

# ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA FACTURA ELÉCTRICA

PARQUE DE ATRACCIONES DE MADRID



*Salvador García Moral*

Ingeniero Técnico Industrial en Electricidad





# INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. ANÁLISIS GENERAL DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA.....	12
3. CALIDAD DE LA RED ELÉCTRICA.....	25
4. SISTEMAS ELÉCTRICOS.....	126
5. OPTIMIZACIÓN TARIFARIA.....	167
6. GESTIÓN ENERGÉTICA.....	191
7. MANTENIMIENTO ENERGÉTICO.....	208





# Parque de Atracciones de Madrid

## Introducción



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Descripción.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Alcance.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Condiciones aplicables.....</b>	<b>11</b>
5.1	Periodos de retorno.....	11
5.2	Cálculos económicos.....	11
5.3	Incentivos y subvenciones.....	11
5.4	Comercializadoras de suministros energéticos.....	11
5.5	Casas comerciales.....	11



# 1 Descripción

La auditoría energética es una herramienta de diagnóstico y gestión que trata de cuantificar los parámetros que nos permite optimizar los costes económicos a la vez que se consigue un uso eficiente de recursos energéticos además de obtener un mejor funcionamiento de las instalaciones.

Se trata de un proceso sistemático y riguroso de análisis de instalaciones y su funcionamiento. La realización de una auditoría es también una oportunidad de desarrollo organizativo, es decir, que no es solamente un ejercicio técnico para la evaluación de las instalaciones, sino que también es una herramienta de gestión que permite una sistematización y conocimiento continuo del funcionamiento del parque.

Este estudio se presenta siempre con diferentes propuestas técnicas, centrados en el campo eléctrico y sus respectivos datos de viabilidad económica (costes de inversión, explotación y tiempos de amortización), de tal forma que se pueda planificar las actuaciones de la forma más fácil y razonada.



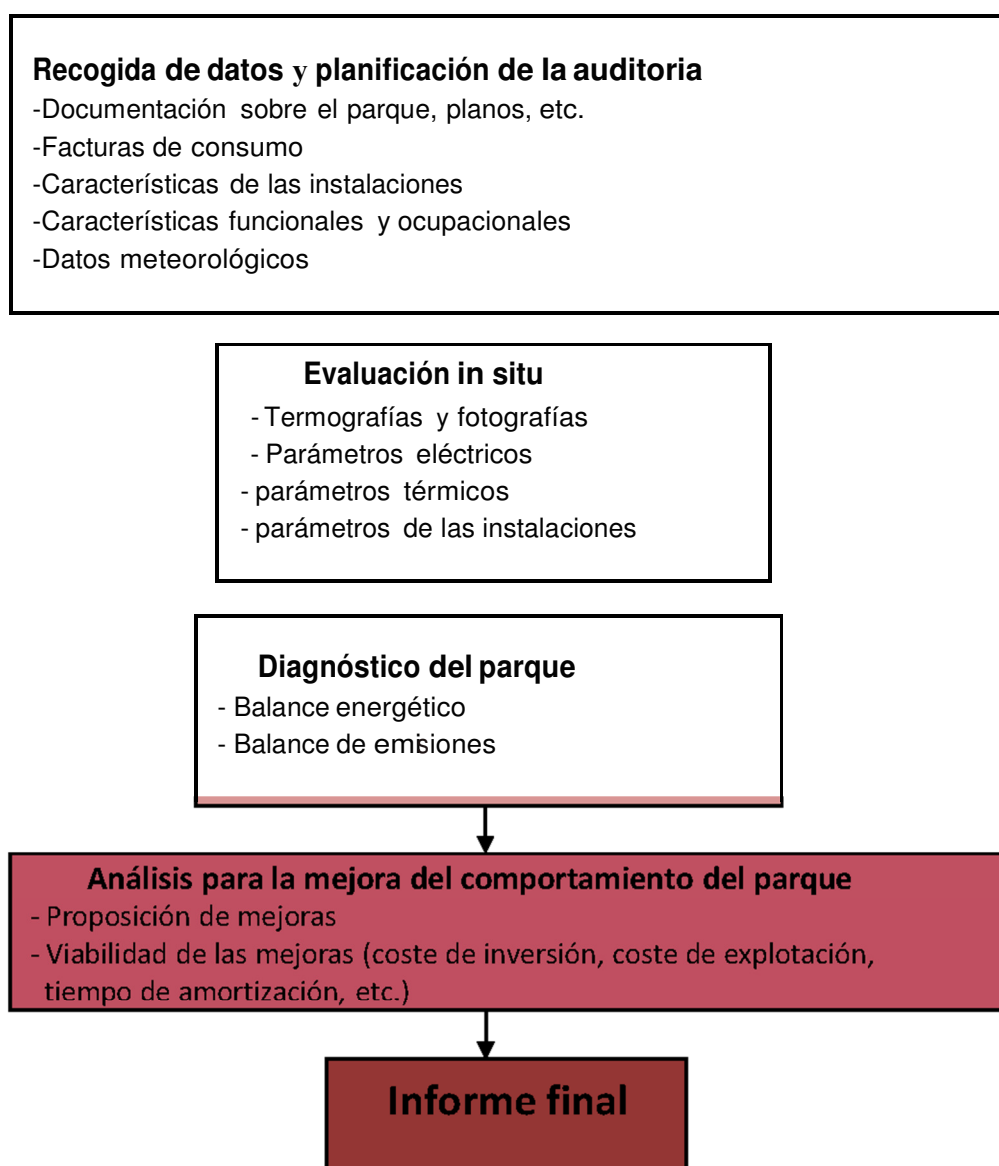
## 2 Objetivos

- Conocer el consumo de energía eléctrica de las instalaciones (cómo, cuándo y dónde).
- Identificar, evaluar y ordenar las distintas oportunidades de ahorro de energía en función de su rentabilidad.
- Conocer la tarifa eléctrica más adecuada a las necesidades de la institución.
- Mejorar la gestión económica a través de la reducción de gastos ordinarios (disminución).
- Mejorar la gestión técnica de las instalaciones aumentando su rendimiento y el control del mantenimiento.
- Difusión de las propuestas de mejora y objetivos mediante un gestor de contenidos.





### 3 Metodología



## 4 Alcance

Este estudio se ha dividido en un orden lógico de capítulos, en donde, tras la descripción de la situación energética del parque a nivel global se han introducido los capítulos ligados a la energía eléctrica. Dejando posteriormente las cuestiones transversales como son la gestión energética y el mantenimiento.

El diseño de los contenidos de este estudio se han enfocado para que puedan ser útiles y prácticos para personas con diferentes niveles de formación técnica (gestores, responsables de mantenimiento, ingenieros), buscando ser didácticos y que pueda satisfacer diferentes grados de profundidad en su lectura y análisis.

En general, la mayoría de los capítulos siguen todos una misma estructura organizativa que comienza por una breve introducción de lo que nos vamos a encontrar en dicho capítulo. A continuación se lleva a cabo el análisis de la situación actual del tema en cuestión, donde se describe como se encuentra las instalaciones a estudio. Posteriormente se analizan las mejoras disponibles que se podrían aplicar en las instalaciones para optimizar los consumos energéticos. En la medida que sea posible, ese apartado va precedido por otro donde se analiza la viabilidad económica de dichas mejoras. Y por último, tras la reflexión final de los apartados anteriores se establece unas breves conclusiones y recomendaciones. Tras el bloque general del capítulo se encuentran los anexos que recogen datos relacionados con terminología, cálculos, bibliografía, normativa y ayudas que nos permitirá profundizar en mayor grado lo recogido en el capítulo.

A continuación se describe brevemente los diferentes capítulos y sus contenidos:

- **Análisis general de la situación energética:** En este capítulo se encuentran los datos generales del parque (localización, climatología de la zona, descripción de las instalaciones) y se detallan aspectos generales de consumos energéticos anuales, distribución temporal de los consumos, costes económicos, etc.
- **Calidad de la red eléctrica:** En este capítulo se detallan los parámetros eléctricos relacionados con la red eléctrica como son los armónicos, energía reactiva, perturbaciones, tensiones, etc. Dichos parámetros ayudarán a determinar si la instalación está dentro de los rangos de seguridad establecidos por la normativa, así como evaluar los posibles ahorros energéticos asociados. Por otro lado, dicho análisis se completará con el estudio de las curvas de demanda eléctrica.
- **Sistemas eléctricos:** En esta sección se analizará todo lo relativo a los usos de equipamiento eléctrico como son iluminación, motores y grupos de bombeo y consumos complementarios (equipos eléctricos de usos varios: máquinas vending, equipos de restauración, etc.). Atendiendo a su situación actual y posibles mejoras tanto de nuevos equipos más eficientes como en el modo de funcionamiento.
- **Optimización tarifaria:** En este capítulo el estudio se centra en analizar las posibilidades de optimizar el contrato eléctrico, estudiando las diferentes variables que entran en juego, como son potencia contratada, discriminación horaria, etc.

- **Gestión energética:** Este capítulo nos introduce en la importancia de incorporar a la gestión general un nuevo aspecto de trabajo como es la energía. Se abordarán los puntos clave para desarrollar un plan de gestión energética que permita un ahorro máximo y las herramientas para implantación.
- **Mantenimiento energético:** En esta sección se detalla la importancia de un buen plan de mantenimiento para mantener dentro de los rangos óptimos de consumo energético los diferentes procesos y equipos.

## 5 Condiciones aplicables

### 5.1 Periodos de retorno

Los estudios, y en concreto el análisis de las mejoras disponibles, se encuentran sujetos a las restricciones de estudiar medidas de periodo de retorno inferior a 5 años en todos los casos, con preferencia de periodo de retorno inferior a 2 años.

Por tanto, es necesario recalcar que se han analizado otras muchas medidas de ahorro, las cuales no se han visto plasmadas en el presente estudio por la restricción anteriormente mencionada.

### 5.2 Cálculos económicos

Los cálculos económicos expuestos a lo largo de todo el presente estudio, se han realizado con precios PVP de materiales y equipos, y todos los accesorios, mano de obra y ayudas necesarias para la ejecución material de la obra. Quedan excluidos los costes de proyectos técnicos, licencias, visados u otras tasas aplicables a la obra.

Para el cálculo de los periodos de retorno se han empleado en cada caso datos basados en registros históricos, si bien se estima que **debido a los periodos de retorno manejados en este estudio, son datos conservadores**, pues se espera una subida intensa de precios de la electricidad en el horizonte de los próximos 5 años.

### 5.3 Incentivos y subvenciones

Es importante destacar que el análisis económico de viabilidad presentado para cada medida de ahorro se realiza **sin tener en cuenta posibles subvenciones**. A la hora de ejecutar las medidas de ahorro propuestas en este estudio es muy probable que alguna de ellas fuera subvencionada, en mayor o menor grado, por lo que el resultado económico sería mucho más favorable.

### 5.4 Comercializadoras de suministros energéticos

Se tiene en cuenta para el estudio el contrato en vigor de suministro eléctrico del Parque de Atracciones.

### 5.5 Casas comerciales

Para la realización del estudio no se colabora, ni recibe comisión o beneficio alguno de ninguna casa comercial, siendo completamente imparcial frente a las mismas y sus productos.



# **Parque de Atracciones de Madrid**

## **Análisis general de la situación energética**



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Descripción general de las instalaciones.....</b>	<b>16</b>
1.1	Situación geográfica.....	16
1.2	Valores climatológicos.....	17
1.3	Descripción de las instalaciones.....	18
<b>2</b>	<b>Datos energéticos de las instalaciones.....</b>	<b>19</b>
2.1	General.....	19
2.1.1	Servicios.....	19
2.1.2	Horario de funcionamiento.....	19
2.1.3	Ocupación.....	19
2.2	Consumos de energía eléctrica.....	20
<b>3</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>23</b>





# 1 Descripción general de las instalaciones

## 1.1 Situación geográfica

Las instalaciones objeto del presente estudio están ubicadas en la ciudad de Madrid, situado en la Casa de Campo. En la imagen siguiente se muestra una vista aérea del Parque de Atracciones:



Figura ANG. 1. Vista aérea del Parque de Atracciones.

En la siguiente figura se puede observar la fachada principal del Parque de Atracciones:



Figura ANG. 2. Entrada principal del Parque de Atracciones.

## 1.2 Valores climatológicos

El clima de Madrid es un clima mediterráneo continental, de pocas precipitaciones, concentradas en enero, abril, mayo y diciembre. Los inviernos son secos y muy fríos, con frecuentes heladas y algunas nevadas; los veranos son calurosos y secos.

En la siguiente tabla se presentan los valores de las temperaturas medias, las precipitaciones mensuales, humedad relativa y número medio de días de sol así como otros datos de interés del municipio de Madrid.

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	5.8	10.1	1.4	40	75	6	1	0	7	12	9	156
Febrero	7.5	12.4	2.7	36	69	6	1	0	3	6	6	168
Marzo	10.1	15.8	4.4	26	58	5	0	0	1	3	6	211
Abril	11.8	17.5	6.2	48	58	7	0	1	1	1	5	223
Mayo	15.8	21.8	9.8	54	55	8	0	4	0	0	4	270
Junio	21.0	27.7	14.2	28	47	4	0	4	0	0	7	293
Julio	24.9	32.1	17.6	17	40	2	0	3	0	0	16	346
Agosto	24.5	31.7	17.3	14	41	2	0	2	0	0	14	332
Septiembre	20.5	26.9	14.0	27	51	3	0	2	0	0	8	238
Octubre	14.6	19.9	9.2	48	65	6	0	1	1	0	6	205
Noviembre	9.5	14.1	4.9	54	73	7	0	0	4	3	6	163
Diciembre	6.7	10.6	2.7	58	78	7	1	0	6	8	6	127
Año	14.4	20.0	8.7	449	59	63	4	19	25	33	83	2733

Tabla ANG. 1. Valores climatológicos de Madrid. Fuente AEMET.

### Leyenda

- T: Temperatura media mensual/anual (°C).
- TM: Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C).
- Tm: Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C).
- R: Precipitación mensual/anual media (mm).
- H: Humedad relativa media (%).
- DR: Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1mm.
- DN: Número medio mensual/anual de días de nieve.
- DT: Número medio mensual/anual de días de tormenta.
- DF: Número medio mensual/anual de días de niebla.
- DH: Número medio mensual/anual de días de helada.
- DD: Número medio mensual/anual de días despejados.
- I: Número medio mensual/anual de horas de sol.

### 1.3 Descripción de las instalaciones

Se trata de un parque dedicado al ocio mediante atracciones mecánicas y espectáculos como otros servicios complementarios.

El complejo se divide en varias áreas:

- Atracciones.
- Espectáculos.
- Restaurantes.
- Tiendas.
- Oficinas.

Los servicios suministrados en el parque son:

- Atracciones mecánicas.
- Iluminación interior, exterior y de espectáculos.
- Restauración.
- Climatización.
- Tiendas.

Para alcanzar estos servicios, el parque cuenta con las siguientes instalaciones principales:

- Maquinaria eléctrica de las atracciones.
- Instalaciones eléctricas para los servicios de restauración y climatización.

## 2 Datos energéticos de las instalaciones

### 2.1 General

#### 2.1.1 Servicios

El Parque de Atracciones de Madrid se caracteriza por tener unos consumos de energía asociados principalmente a las siguientes actividades:

- Maquinaria eléctrica para las atracciones.
- Climatización de espacios comunes como de oficinas.
- Iluminación interior, exterior y de espectáculos.
- Cocina y servicios generales.
- Otros usos: equipos informáticos, máquinas vending, equipos de refrigeración de alimentos, etc.

La energía consumida por las instalaciones procede exclusivamente de la red eléctrica.

#### 2.1.2 Horario de funcionamiento

El periodo de apertura del Parque de Atracciones de Madrid es muy variable en función de los meses y fines de semana, siempre abre a las 12 del mediodía y cierra desde las 19 horas hasta la

1 de la madrugada, pasando por cada hora intermedia según la época del año.

En periodos de cierre al público, se sigue utilizando las instalaciones para mantenimiento y otras tareas administrativas del parque.

#### 2.1.3 Ocupación

A continuación, se presenta información de los datos de ocupación por tipo de actividad:

OCUPACIÓN MEDIA	Mañana	Tarde	Noche
Gerencia y dirección	35	35	-
Personal administrativo	55	55	-
Mantenimiento	30	5	5
Seguridad	4	4	4
Otros	120	120	70
<b>Total</b>	<b>244</b>	<b>219</b>	<b>79</b>

Tabla ANG. 2 Ocupación media del Parque de Atracciones de Madrid.

MESES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Afluencia	20.000	25.000	50.000	120.000	160.000	210.000	260.000	275.000	150.000	90.000	60.000	30.000	1.450.000

Tabla ANG. 3. Afluencia mensual al Parque de Atracciones de Madrid.

## 2.2 Consumos de energía eléctrica

A continuación se exponen los consumos anuales de energía eléctrica del parque:

CONSUMOS ANUALES DEL PARQUE	
Consumo de energía (kwh/año)	6.185.507
Coste económico (€/año)	458.853,87
Precio medio de la energía (€/kwh)	0,0741

Tabla ANG. 4. Consumos del Parque de Atracciones de Madrid.

Los cálculos de consumo y precios de la energía se han realizado en base a **facturas de 2.010**, incluido impuesto eléctrico y excluyendo término de potencia, alquiler del equipo de medida e IVA.

En el Parque de Atracciones de Madrid hay presente un único suministro de energía eléctrica en alta tensión:

COMERCIALIZADORA	DISTRIBUIDORA	TARIFA DE ACCESO	POTENCIAS CONTRATADAS (KW)
CEPSA (Detisa)	IBERDROLA	6.1	P1: 2.588
			P2: 2.588
			P3: 2.588
			P4: 2.588
			P5: 2.588
			P6: 3.250

Tabla ANG. 5. Tarifa eléctrica y potencias

Estos datos de facturación son del año 2010. En el cambio de año se produjo un cambio de compañía comercializadora eléctrica de la comercializadora Atel a la actual comercializadora Cepsa (Detisa). Por tanto, la facturación de energía eléctrica estudiada es la realizada por Atel.

A continuación se exponen los consumos y costes globales para el periodo estudiado:

CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONFORME A HISTÓRICO DE LAS FACTURAS		
	Consumo (kwh)	Coste (€)
Enero	308.412	25.420,33
Febrero	277.871	24.713,87
Marzo	398.276	27.148,70
Abril	406.496	25.143,13
Mayo	586.543	36.011,72
Junio	669.317	60.018,51
Julio	945.300	100.084,75
Agosto	1.020.231	53.666,50
Septiembre	527.267	35.434,17
Octubre	392.549	23.268,13
Noviembre	343.223	22.243,86
Diciembre	310.022	25.700,19
Total año	6.185.507	458.853,86

Tabla ANG. 6. Consumo mensual de energía eléctrica en el Parque de Atracciones de Madrid.

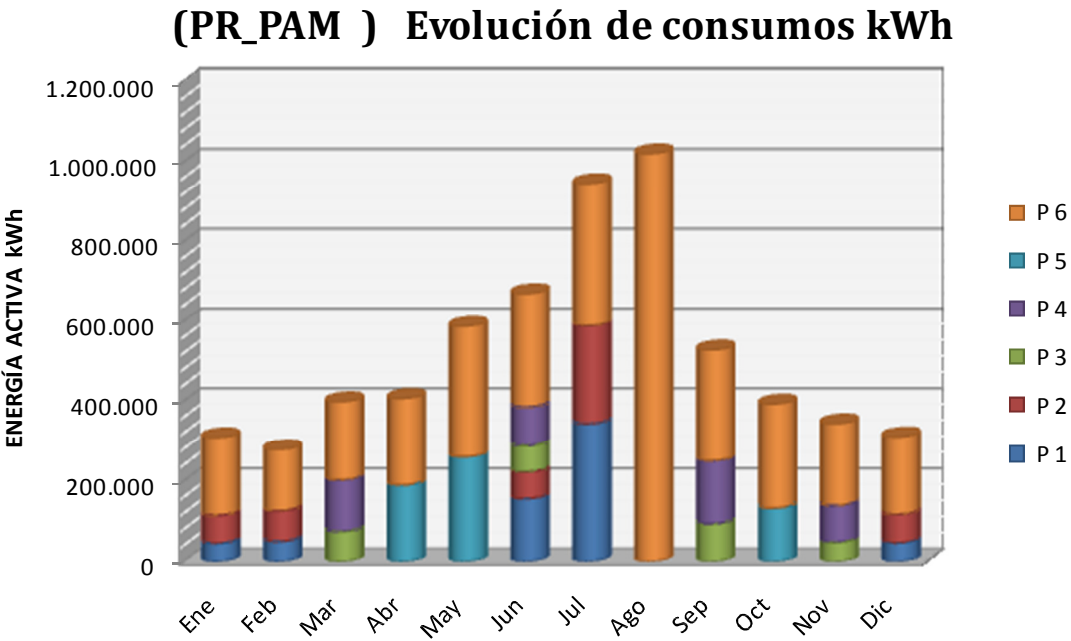


Figura ANG. 3. Consumos de energía eléctrica en el Parque de Atracciones de Madrid.

Como se puede observar en las tablas y en la gráfica, se destaca lo siguiente:

- Se aprecia como **la temporada punta del parque se encuentra situada en los meses de verano**, sobre todo, en los meses de junio, julio y agosto, es decir, **la afluencia influye de manera determinante en el consumo eléctrico del parque**.
- El resto de meses sufre un brusco descenso de consumo de energía eléctrica, debido a que la mayoría de los días del mes está cerrado el parque al público. Aquellos días que está abierto el parque son fines de semana, donde todas las horas son de periodo 6. Este periodo representa el 60% del consumo eléctrico.



### 3 Conclusiones

Las instalaciones objeto del presente estudio están ubicadas en la ciudad de Madrid, situado en la Casa de Campo. En la imagen siguiente se muestra una vista aérea del Parque de Atracciones:



Figura ANG. 12. Vista aérea del Parque de Atracciones.

En la siguiente figura se puede observar la fachada principal del Parque de Atracciones:



Figura ANG. 13. Entrada principal del Parque de Atracciones.



Se trata de un parque dedicado al ocio mediante atracciones mecánicas y espectáculos como otros servicios complementarios.

El complejo se divide en varias áreas:

- Atracciones.
- Espectáculos.
- Restaurantes.
- Tiendas.
- Oficinas.

Los servicios suministrados en el parque son:

- Atracciones mecánicas.
- Iluminación interior, exterior y de espectáculos.
- Restauración.
- Climatización.
- Tiendas.

Para alcanzar estos servicios, el parque cuenta con las siguientes instalaciones principales:

- Maquinaria eléctrica de las atracciones.
- Instalaciones eléctricas para los servicios de restauración y climatización.

El Parque de Atracciones de Madrid se caracteriza por tener unos consumos de energía asociados principalmente a las siguientes actividades:

- Maquinaria eléctrica para las atracciones.
- Climatización de espacios comunes como de oficinas.
- Iluminación interior, exterior y de espectáculos.
- Cocina y servicios generales.
- Otros usos: equipos informáticos, máquinas vending, equipos de refrigeración de alimentos, etc.

La energía consumida por las instalaciones procede exclusivamente de la red eléctrica. Para el objeto de estudio se tiene:

CONSUMOS ANUALES DEL PARQUE	
Consumo de energía (kwh/año)	6.185.507
Coste económico (€/año)	458.853,87
Precio medio de la energía (€/kwh)	0,0741

Tabla ANG. 14. Consumos del Parque de Atracciones de Madrid.

Los cálculos de consumo y precios de la energía se han realizado en base a **facturas de 2.010**. Incluyendo además del impuesto eléctrico, el término de potencia y el alquiler del equipo de medida, el coste total de la factura eléctrica es de 576.892,76 €.





# Parque de Atracciones de Madrid

## Calidad de la Red Eléctrica



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>29</b>
1.1	Objetivo.....	30
1.2	Alcance del estudio.....	30
1.3	Normativa de aplicación.....	31
<b>2</b>	<b>Análisis de la situación actual.....</b>	<b>32</b>
2.1	Datos de la instalación eléctrica existente.....	32
2.1.1	Suministro eléctrico.....	32
2.1.2	Centros de transformación.....	32
2.1.3	Compensadores de energía reactiva.....	35
2.1.4	Anomalías presentes en la instalación eléctrica.....	36
2.2	Análisis de las mediciones realizadas.....	38
2.2.1	Mediciones en el CT 1 o Batán-transformador 1.....	41
2.2.2	Mediciones en el CT 1 o Batán-transformador 2.....	47
2.2.3	Mediciones en el CT 2 o Talleres-transformador 3.....	53
2.2.4	Mediciones en el CT 2 o Talleres-transformador 4.....	59
2.2.5	Mediciones en el CT 2 o Talleres-transformador 5.....	65
2.2.6	Mediciones en el CT 3 o Rápidos-transformador 6.....	71
2.2.7	Mediciones en el CT 3 o Rápidos-transformador 7.....	77
2.2.8	Mediciones en el CT 6 o Tornado-transformador 1.....	83
2.2.9	Mediciones en el CT 6 o Tornado-transformador 2.....	89
<b>3</b>	<b>Análisis de las mejoras disponibles.....</b>	<b>96</b>
3.1	Compensador de energía reactiva.....	96
3.2	Filtrado de armónicos.....	98
3.3	Reducción tensión de alimentación.....	99
3.4	Disminución del consumo residual.....	99
3.5	Equipos de ahorro energético.....	100
<b>4</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>105</b>
<b>5</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>118</b>
5.1	Anexo I: Informe Equipo de Ahorro Energético “SEBICS” .....	118
5.2	Anexo II: Informe Equipo de Ahorro Energético “FORCE” .....	119
5.3	Anexo III: Terminología.....	120
5.4	Anexo IV: Recursos Utilizados.....	123
5.5	Anexo V: Normativa.....	124
5.6	Anexo VI: Bibliografía.....	125



# 1 Introducción

Como complemento a las actuaciones de planificación energética de esta instalación, se procede a un análisis de la calidad de la red eléctrica ya que, además de las interrupciones, la falta de calidad de las señales eléctricas puede presentar una incidencia negativa en los equipos conectados a la instalación eléctrica, con los consiguientes costes económicos que esto puede acarrear.

Este problema de calidad de la red puede surgir con la incorporación de equipos de electrónica de potencia que presentan ventajas a nivel de ahorro energético y facilidad en regulación; entre estos equipos cabe destacar todos aquellos que regulen o conviertan algún tipo de magnitud eléctrica como SAIs, variadores de velocidad, arrancadores, dimmers, etc., además de los ordenadores. Pero la utilización de estos equipos, con todas sus ventajas energéticas, comporta la generación de corrientes armónicas, de altas frecuencias y de fugas a tierra; es decir, de mala calidad de onda. En este punto es importante establecer los conceptos de calidad de suministro eléctrico y calidad de onda:

- Calidad del suministro eléctrico hace referencia a cómo la compañía suministradora entrega la señal de tensión (interrupciones, huecos, sobretensiones, etc.).
- Calidad de onda se refiere a cómo el usuario trata la señal de corriente, que posteriormente afecta a la señal de tensión. Es en este concepto donde aparecen los problemas derivados de corrientes armónicas y altas frecuencias generados por los equipos ya mencionados.

Los costes en la instalación eléctrica pueden deberse a diferentes motivos, como son:

Costes técnicos.

Costes económicos.

Costes ecológicos.

En las siguientes figuras pueden apreciarse las diferentes causas que originan cada uno de estos costes y los principales equipos causantes del deterioro de las señales eléctricas:

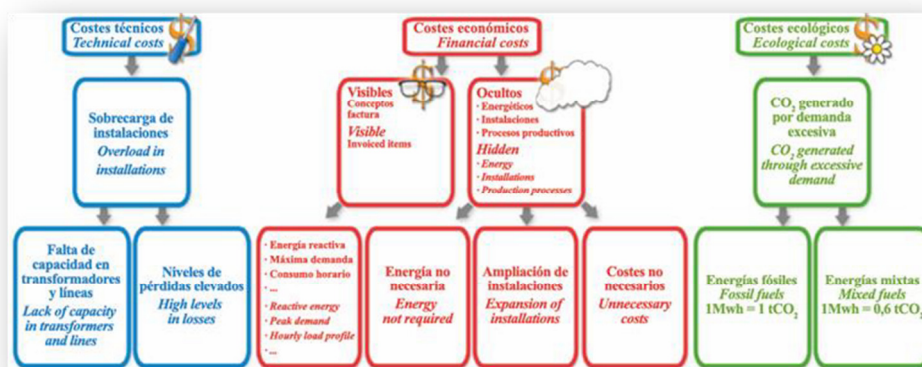


Figura CAR. 1. Clasificación de los diferentes costes que ocasiona una mala calidad de onda.

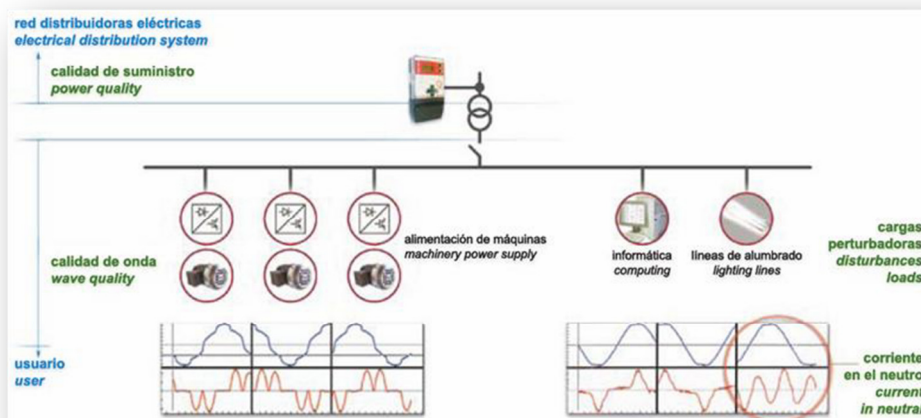


Figura CAR. 2. Ilustración de los elementos contaminantes de la calidad de onda de una instalación.

## 1.1 Objetivo

El objetivo del presente documento es realizar un diagnóstico completo de los principales parámetros eléctricos a los que se ve sometido el cuadro eléctrico de la instalación.

Se pretende de esta manera analizar en profundidad la instalación; y en caso de que se detecten anomalías o posibles deficiencias en la misma, debido fundamentalmente al origen de las cargas y al propio suministro, proponer soluciones que puedan aportar una mejora a estas condiciones de trabajo, al mismo tiempo que se persigue obtener el máximo ahorro posible en el consumo energético.

Por todo esto se prestará especial atención principalmente al factor de potencia de la instalación, ya que es un pilar básico a la hora de reducir el consumo de la instalación. Todo ello, sin dejar de lado el resto de parámetros captados por los analizadores.

## 1.2 Alcance del estudio

Dado el elevado número de datos que aportan los analizadores de redes, se pretende mostrar de la manera más resumida y clara posible los valores que se han estimado más relevantes de cara a establecer el diagnóstico de la instalación.

De forma global, los parámetros utilizados para la realización de este documento son los siguientes:

PARÁMETROS OBTENIDOS A PARTIR DE LA RECOGIDA DE DATOS DE CAMPO:

- Datos de la instalación eléctrica: transformador/es, acometidas, Cuadro general de baja tensión.
- Existencia de compensador de energía reactiva. Modelo, potencia, escalones, etc.
- Localización y configuración de la medida del analizador de redes.
- Equipos susceptibles de alterar la calidad de la red.



**PARÁMETROS DEL ANALIZADOR DE REDES:**

- Tensiones máximas y mínimas registradas por fase.
- Frecuencia.
- Potencia activa.
- Potencias reactivas: inductiva y capacitiva. Factor de potencia.
- Distorsión armónica en tensión y corriente.
- Desequilibrio de fases.

**PARÁMETROS EN BASE A LAS FACTURAS:**

- Energía activa y reactiva consumida.
- Factor de potencia medio mensual.
- Recargo por energía reactiva consumida.
- Datos generales del suministro eléctrico.

**PARÁMETROS BASADOS EN DATOS GENERALES DEL PARQUE:**

- Horarios de funcionamiento de las instalaciones y ocupación del edificio.
- Mantenimiento de las instalaciones eléctricas.
- Anomalías de las instalaciones eléctricas.

### **1.3 Normativa de aplicación**

Para la realización del presente documento, se ha tenido presente en todo momento lo establecido al respecto de las Normas, Leyes y Reglamentos indicados en el ANEXO V: "NORMATIVA".

## 2 Análisis de la situación actual

### 2.1 Datos de la instalación eléctrica existente

#### 2.1.1 Suministro eléctrico.

El Parque de Atracciones de Madrid posee un suministro eléctrico en alta tensión cuyas características se muestran a continuación:

COMERCIALIZADORA	TARIFA DE ACCESO	POTENCIAS CONTRATADAS (Kw)
CEPSA (DETISA)	6.1	P1: 2588 P2: 2588 P3: 2588 P4: 2588 P5: 2588 P6: 3250

Tabla CAR. 1. Descripción de las características del suministro.

Desde la salida del contador se producen **varias derivaciones enterradas, en alta tensión, hacia los 6 centros de transformación.**

#### 2.1.2 Centros de transformación.

Se listan a continuación los centros de transformación que existen en el Parque de Atracciones de Madrid:

- Centro de transformación 1 o Batán. Donde está alojado el contador en alta tensión y se deriva la red hacia el resto de centros de transformación.
- Centro de transformación 2 o Talleres.
- Centro de transformación 3 o Rápidos.
- Centro de transformación 4 o Fiordos.
- Centro de transformación 5 o Lanzadera.
- Centro de transformación 6 o Tornado.

A partir de estos centros de transformación, **la distribución en baja tensión del Parque se realiza de una forma particular.**

Todos los centros de transformación constan de varios transformadores como se detalla más adelante. **Cada centro de transformación tiene tres salidas diferenciadas:**

- Salida a atracciones. Suministra a diferentes atracciones del parque.
- Salida a kioscos. Es la encargada de dar suministro eléctrico a los diferentes kioscos distribuidos por el parque y a los restaurantes.
- Salida a F. Se denominan F los diferentes cuadros de fuerza distribuidos por el parque los cuales contendrán principalmente protecciones y fusibles para conectar eléctricamente las distintas zonas del parque. A través de estos F se realiza la interconexión de los distintos centros de transformación presentes en el parque con la finalidad de que si fallase alguno de los transformadores, las zonas que este abastece pueda quedar cubierta por el resto de los transformadores del parque.

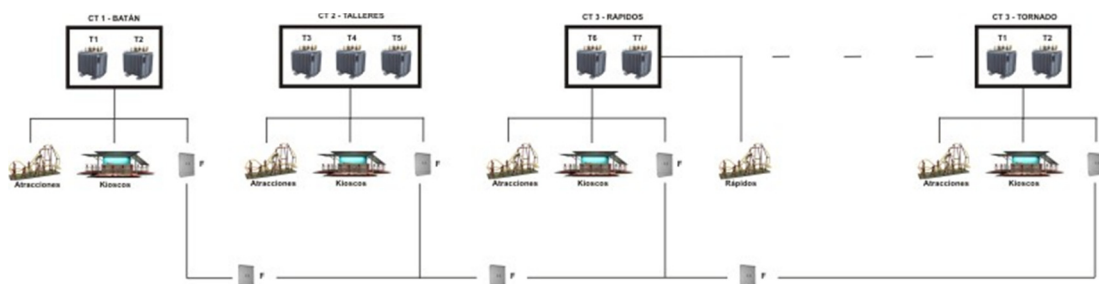


Figura CAR. 3. Distribución en baja tensión presente en el parque.

**Este tipo de distribución eléctrica es totalmente desaconsejable por diversos motivos tanto funcionales como de seguridad:**

#### Mantenimiento.

Los empleados de mantenimiento no tienen forma alguna de detectar el defecto en alguno de los transformadores ya que ante su fallo el resto lo supliría, pudiendo llegar a sobrecargar en exceso el resto de los transformadores en funcionamiento. Podría darse el caso del fallo de varios transformadores o simplemente que queden abiertas sus líneas de suministro, por lo que los demás deberían aportar la potencia demandada pudiendo llegar a trabajar en un régimen de funcionamiento muy superior al nominal.

Actualmente se intenta hacer una revisión más o menos periódica del estado de los transformadores del parque, pero esta no es una solución efectiva.

#### Seguridad.

Debido al sistema de distribución presente, existirá en todo momento en cualquier CT además de la acometida en alta tensión, una realimentación presente proveniente de los diferentes transformadores del parque. Para las labores de mantenimiento resulta peligroso ya que para los trabajos no sólo necesitarán desconectar las celdas de alta tensión, sino tener muy presente la posible realimentación.

Igualmente, la cantidad de cuadros de fuerza (F) distribuidos por el parque dificulta bastante las tareas de mantenimiento al no existir planos fiables de las instalaciones, con el peligro añadido que supone dichos cuadros de cara al cliente, debido a la dificultad de protección de muchos de ellos y sus lugares de ubicación totalmente accesibles.

#### Conexión de transformadores.

Para conectar con garantías transformadores en paralelo, se deberían cumplir una ciertas características como por ejemplo:

- Misma relación de transformación
- Mismo índice horario
- Potencias nominales similares
- Similares tensiones de cortocircuito...

En el caso presente en el parque existen multitud de transformadores, cada uno con sus características particulares y conectados todos ellos en paralelo a través de los F.

Desde el punto de vista de un mejor mantenimiento de las instalaciones y sobre todo una mayor seguridad, tanto para el personal de parque como para los clientes que visiten el parque, se recomienda la realización de un estudio detallado del sistema eléctrico presente en el parque, la realización de planos detallados del mismo, y si fuera necesario una reestructuración del sistema de distribución.

Esto queda fuera del alcance del presente estudio pero se estima conveniente resaltar estas deficiencias, ya no sólo desde el punto de vista energético, encontradas en el parque.

A continuación se dan más detalles sobre las características de los centros de transformación citados:

- Centro de transformación 1 o Batán.

Alimentación en alta tensión, 20 kV, que suministra a dos transformadores: T1 y T2, ambos de 500 kVA y unas intensidades nominales a la salida de 1.250 A cada transformador. Data del año 1969.

Observación: **Riesgo de inundación**, por tanto, de cortocircuito en alta tensión.

- Centro de transformación 2 o Talleres.

Alimentación en alta tensión, 20 kV, que suministra a tres transformadores: T3, T4 y T5, todos de 500 kVA y unas intensidades nominales a la salida de 1.250 A cada transformador. Reformado alrededor de 2005.

Observaciones: Ninguna.

- Centro de transformación 3 o Rápidos.

Alimentación en alta tensión, 20 kV, que suministra a dos transformadores: T6 y T7, ambos de 1.000 kVA. Data del año 1969.

Observaciones: Excesiva humedad y filtraciones de agua.

- Centro de transformación 4 o Fiordos.

Alimentación en alta tensión, 20 kV, que suministra a dos transformadores: T1 y T2, ambos de 500 kVA y salida común, anillo, en baja tensión.

Observación: **No se pudo colocar analizador de redes** debido a la imposibilidad de su conexión por la estrechez del cableado.



Figura CAR. 4. Imposibilidad de medida.

- Centro de transformación 5 o Lanzadera.

Alimentación en alta tensión, 20 kV, que suministra a dos transformadores: T1 y T2, ambos de 1.000 kVA y unas intensidades nominales a la salida de 2.000 A cada transformador.

Observación: **No fue posible el enganche del analizador de redes.**

- Centro de transformación 6 o Tornado.

Alimentación en alta tensión, 20 kV, que suministra a dos transformadores: T1 y T2, ambos de 1.000 kVA y unas intensidades nominales a la salida de 1.600 A cada transformador.

Observación: Nuevo.

### 2.1.3 Compensadores de energía reactiva.

En cada centro de transformación existe equipamiento para suministrar energía reactiva a los diferentes equipos eléctricos del Parque de Atracciones. Se listan a continuación, por centros de transformación, las baterías de condensadores y sus características técnicas acopladas:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	TRAFO	MARCA-MODELO	POTENCIA NOMINAL - ESCALONES
CT 1 o BATÁN	T1 y T2	Merlin Gerin	No se encontraron especificaciones técnicas
CT 2 o TALLERES	T3, T4 y T5	Cydesa RN 144	200 kVAR 1x25+2x50+75x2(fijo)
CT 3 o RÁPIDOS	T6	Desconocido	No se encontraron especificaciones técnicas
CT 3 o RÁPIDOS	T7	Circuitor F-74371	No se encontraron especificaciones técnicas
CT 4 o FIORDOS	T1 y T2	Cydesa ED-44/130-4	130 kVAR 2x15+2x30+1x40(fijo)
CT 5 o LANZADERA	T1	Desconocido	No se encontraron especificaciones técnicas
CT 5 o LANZADERA	T2	Merlin Gerin Rectifase F-74371	No se encontraron especificaciones técnicas
CT 6 o TORNADO	T1	Cydesa	1x50
CT 6 o TORNADO	T2	Cydesa	1x50

Tabla CAR. 2. Inventario de batería de condensadores.

Se muestran a continuación imágenes de algunos compensadores de energía reactiva:



Figura CAR. 5. Batería Circutor del CT 3.



Figura CAR. 6. Batería Cydesa del CT 6.

#### 2.1.4 Anomalías presentes en la instalación eléctrica.

- CT 3 o Rápidos: en el armario de las baterías de condensadores hay conectadas **resistencias de evacuación de capacidades parasitarias**. Están instaladas **para un correcto funcionamiento de los contactores**. Estas resistencias alcanzan una temperatura superior a 100°C, situación dentro de la normalidad. Se puede observar en las siguientes imágenes los mencionados dispositivos:



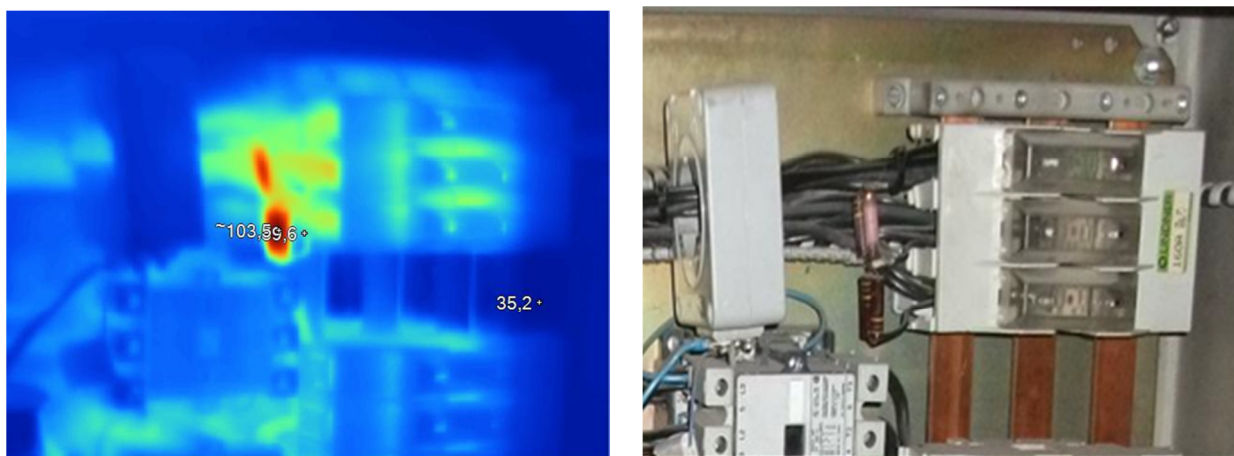


Figura CAR. 7. Resistencia de evacuación de capacidades parasitarias

- CT 3 o Rápidos: La conexión del cuadro de atracciones de los “Rápidos” se ha realizado directamente al transformador T7, **no estando esta maniobra permitida por el REBT.**



Figura CAR. 8. Conexión no permitida

- En el resto de termografías de los restantes cuadros no se han encontrado anomalías.

## 2.2 Análisis de las mediciones realizadas

Con el fin de realizar el estudio y coincidiendo con el periodo de facturación estudiado, se han tomado los datos recogidos por los analizadores en los meses de agosto y septiembre de 2010. Estos equipos de medida fueron conectados en los siguientes puntos de la instalación que se indican a continuación:

CT 1 o BATÁN	TRAFO 1	TRAFO 2
EQUIPO DE MEDIDA	CIRe 3A	CIRe 4B
FECHA / HORA DE INICIO	09/09/2010 12:20 h	02/09/2010 11:40 h
PINZAS / ESCALA	Flex 20- 2000A	Flex 20- 2000A
PERIODO DE MUESTREO	10 MIN	10 MIN
FECHA / HORA DE FINALIZACIÓN	15/09/2010 11:30 h	09/09/2010 11:40 h

CT 2 o TALLERES	TRAFO 3	TRAFO 4	TRAFO 5
EQUIPO DE MEDIDA	CIRe 1B	CIRe 2B	CIRe 4A
FECHA / HORA DE INICIO	24/08/2010 16:00 h		
PINZAS / ESCALA	Flex 20- 2000A	Flex 20- 2000A	Flex 20- 2000A
PERIODO DE MUESTREO	15 MIN	10 MIN	15 MIN
FECHA / HORA DE FINALIZACIÓN	02/09/2010	12:25 h	

CT 3 o RAPIDOS	TRAFO 6	TRAFO 7
EQUIPO DE MEDIDA	CIRe 1A	CIRe 2A
FECHA / HORA DE INICIO	02/09/2010 14:40 h	02/09/2010 13:00 h
PINZAS / ESCALA	Flex 20- 2000A	Flex 20- 2000A
PERIODO DE MUESTREO	15 MIN	15 MIN
FECHA / HORA DE FINALIZACIÓN	09/09/2010 10:15 h	09/06/2010 10:15 h



CT 6 o TORNADO	TRAFO 1	TRAFO 2
EQUIPO DE MEDIDA	CiRe 5A	CiRe 5B
FECHA / HORA DE INICIO	24/08/2010 17:15 h	02/09/2010 13:00 h
PINZAS / ESCALA	Flex 20- 2000A	Flex 20- 2000A
PERIODO DE MUESTREO	10 MIN	10 MIN
FECHA / HORA DE FINALIZACIÓN	09/09/2010 13:20 h	09/06/2010 10:00 h

Tabla CAR. 3. Registro del enganche de los analizadores de redes.

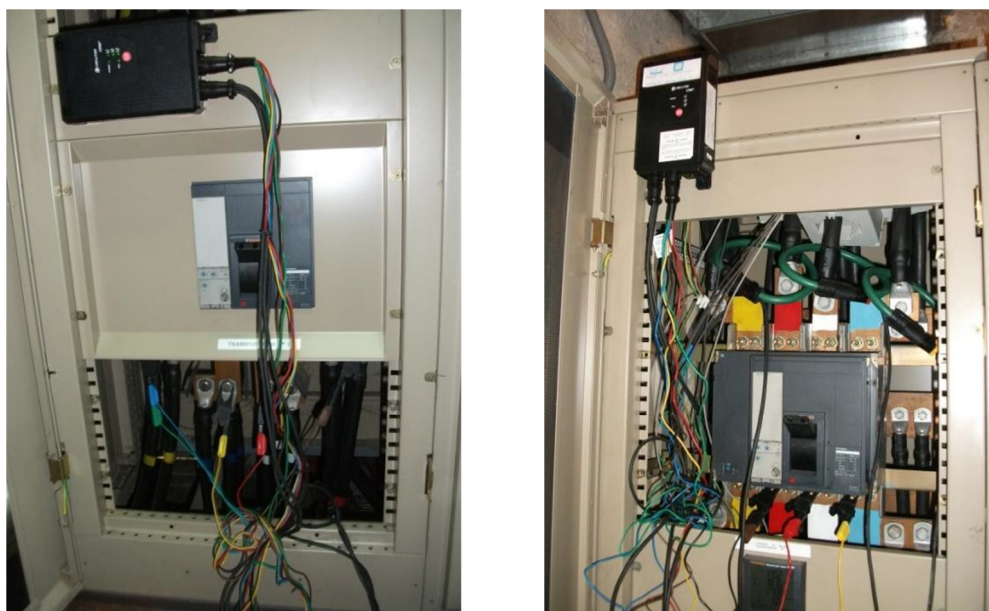


Figura CAR. 9. Instalación de analizadores de redes en CT 1 y CT 2.



Figura CAR. 10. Instalación de analizadores de redes en CT 3 y CT 6.

**En los centros de transformación 4 y 5 no se pudieron conectar los analizadores de redes debido a la estrechez existente para recoger todos los cables en los aros de medición.**

Los parámetros que se han analizado son:

- Potencia activa.
- Tensión.
- Frecuencia de la red.
- Potencia reactiva y factor de potencia.
- Tasas de distorsiones armónicas de intensidad y tensión.
- Equilibrado de fases.

En los siguientes subapartados, se expondrán, por separados y mediante gráficas, las mediciones realizadas en cada transformador y centro de transformación medido.

## 2.2.1 Mediciones en el CT 1 o Batán-transformador 1

### 2.2.1.1 Potencia activa y consumo residual.

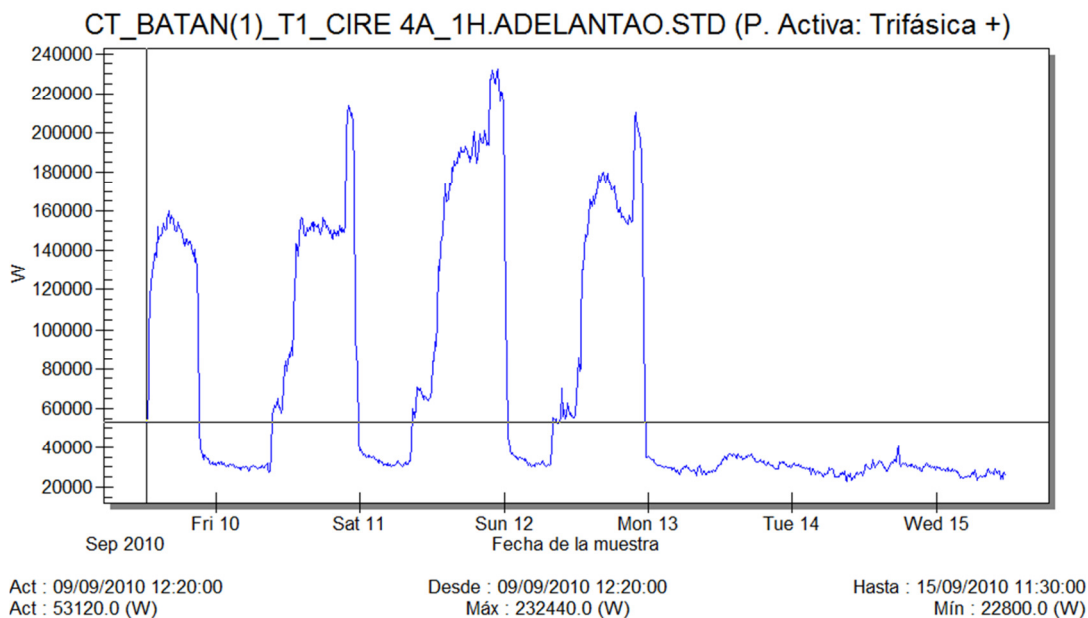


Figura CAR. 11. Valores de potencia activa registrados en CT 1 transformador 1.

CT 1 - T1	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	232,44	22,8

Tabla CAR. 4. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 1 transformador 1.

Los valores de potencia activa registrados durante la medición dan una idea del estado de carga en cada momento. Del análisis de la gráfica pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- La gráfica muestra claramente los periodos de funcionamiento.
- El pico de potencia fue de 232 kW registrado el 11 de septiembre de 2010, jueves, a las 22:50.
- El punto más bajo de potencia fue el día 14 de septiembre, domingo, a las 9:00.
- En esta instalación existe una potencia residual, fuera del horario de apertura al público, por encima de 22 kW. Durante el periodo entre la 0 hora del día 13 de septiembre hasta la desconexión del equipo, 11:30 horas del día 15 de septiembre, la energía consumida fue de 1.762 kWh.
- La finalización del jueves 9 de septiembre fue menos exigente en el consumo energético respecto a días posteriores del fin de semana, incluido el lunes 13 de septiembre.

2.2.1.2 Fluctuaciones de la señal de tensión.

Tensiones promedio registradas

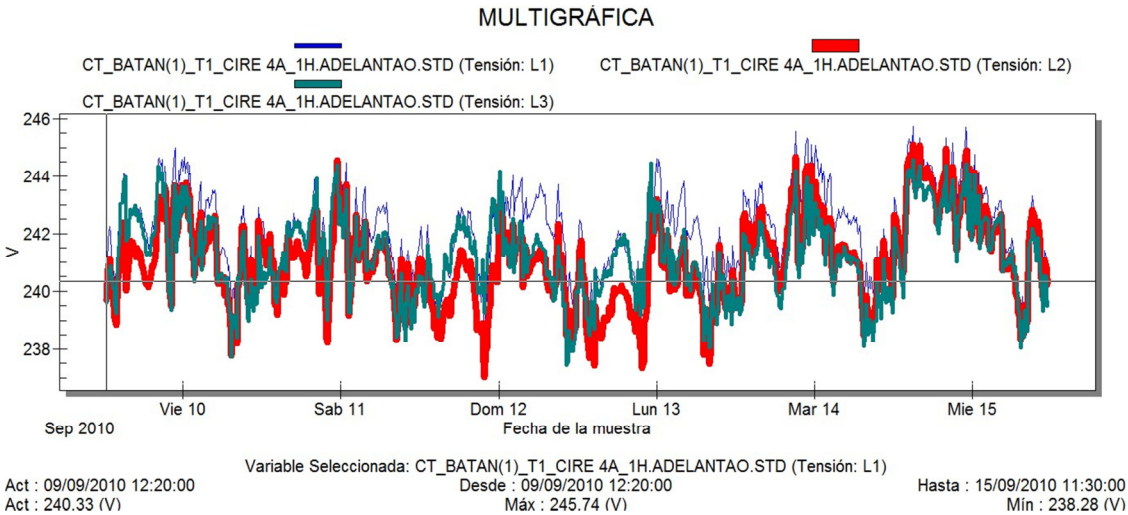


Figura CAR. 12. Tensiones promedio registradas en el CT 1 transformador 1.

La normativa aplicable en este apartado es el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  del valor normalizado de 230V. (Máximo: 246 V y mínimo: 214 V). Por tanto, según las gráficas anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	246,24	246	NO CUMPLE	1
VALOR MÍNIMO	238,78	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 5. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 1 transformador 1.

La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada. El hecho de tener una tensión tan elevada origina **excesos en los consumos** y mal funcionamiento en los equipos conectados a la instalación, hasta el punto que puede llegar a estropearlos.

2.2.1.3 Fluctuaciones de la frecuencia de red.

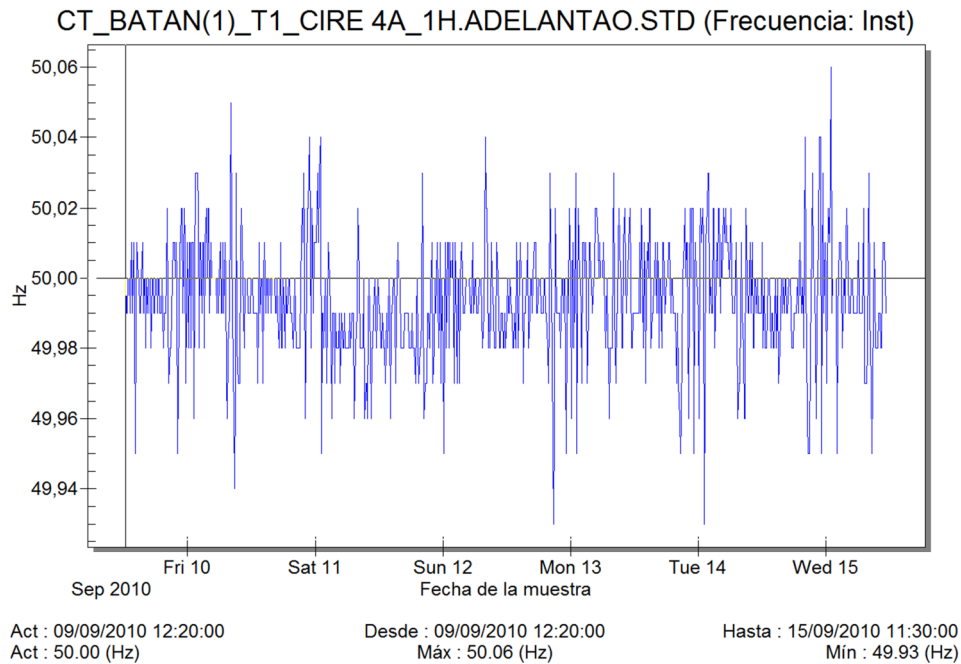


Figura CAR. 13. Valores de frecuencia de red registrados en el CT 1 transformador 1.

En cuanto a la frecuencia de la señal de alimentación, la norma UNE-EN 50.160 (de obligado cumplimiento según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre), exige que los valores se mantengan entre 49,5 y 50,5 Hz durante el 95% de la semana (o periodo de medida) y entre 47 y 52 Hz durante el 100% de la semana (o periodo de medida). Por tanto, según la gráfica anterior, se deduce lo siguiente:

FRECUENCIA	VALORES REGISTRADOS (Hz)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (Hz)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	50,06	52	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	49,93	47	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 6. Datos de las fluctuaciones de frecuencia registradas en el CT 1 transformador 1.

Los valores de la frecuencia registrados presentan muy poca variación respecto a la frecuencia nominal de 50 Hz, **cumpliendo así con la normativa indicada.**

### 2.2.1.4 Factor de potencia. Fluctuación de la potencia reactiva.

#### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

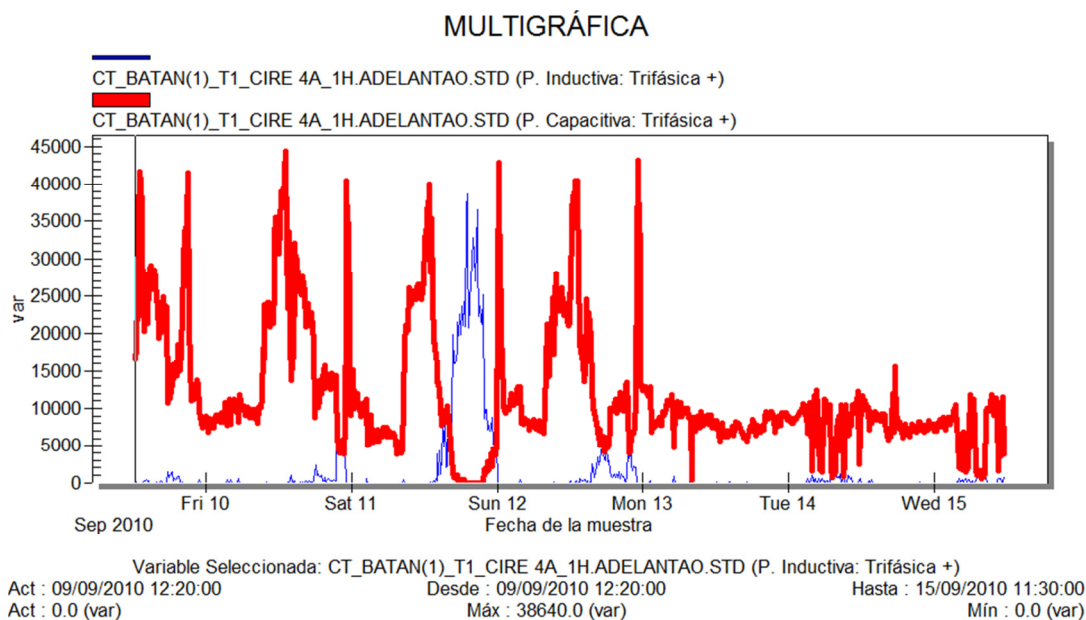


Figura CAR. 14. Potencia capacitiva registrada en el CT1 transformador 1.

#### Coseno de fi

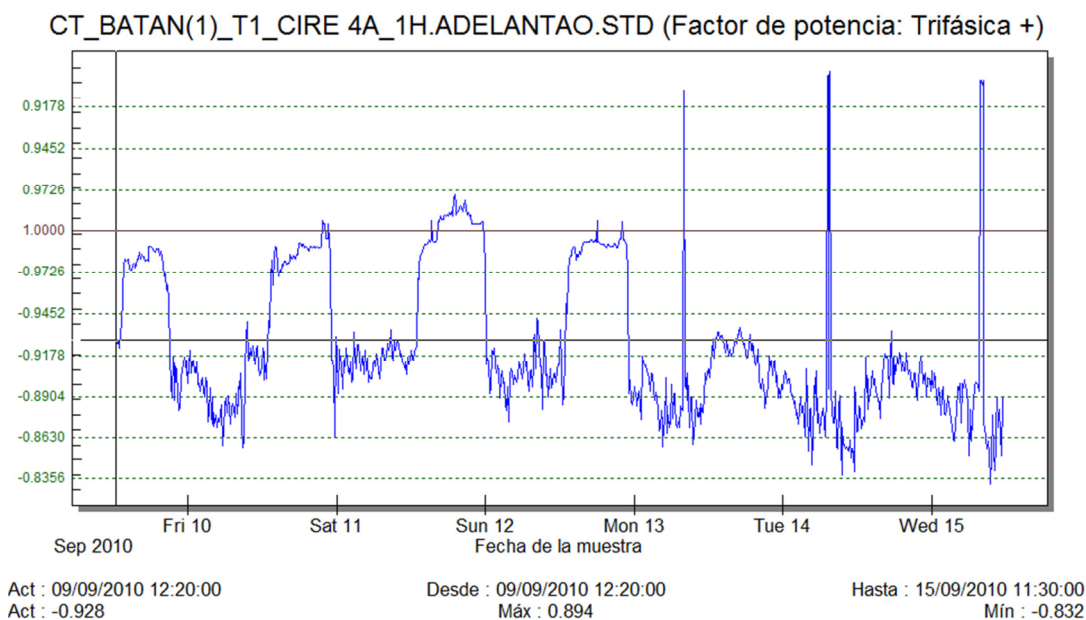


Figura CAR. 15. Coseno de fi registrado en el CT1 transformador 1.



Se puede observar como en la gráfica del coseno de fi **la energía capacitiva inyectada por las baterías de condensadores es sobradamente suficiente para estar por encima de 0,95**, valor límite por debajo del cual se realizan penalizaciones económicas severas en la facturación de la energía eléctrica. Sin embargo, **este exceso de energía capacitiva provoca una sobretensión de alimentación de los equipos eléctricos que provoca un mayor consumo de energía activa** para un mismo régimen de funcionamiento y envejecimiento prematuro, lo que conllevará, probablemente, que las averías aparezcan antes.

Por último, destacar que existen picos esporádicos de consumo de energía inductiva que se reproducen en cosenos de fi inferiores a 0,95; pero esto no debe preocupar porque su aportación al global de la energía será ínfima, no penalizaría en la factura de energía eléctrica.

2.2.1.5 Tasas de distorsión armónica.

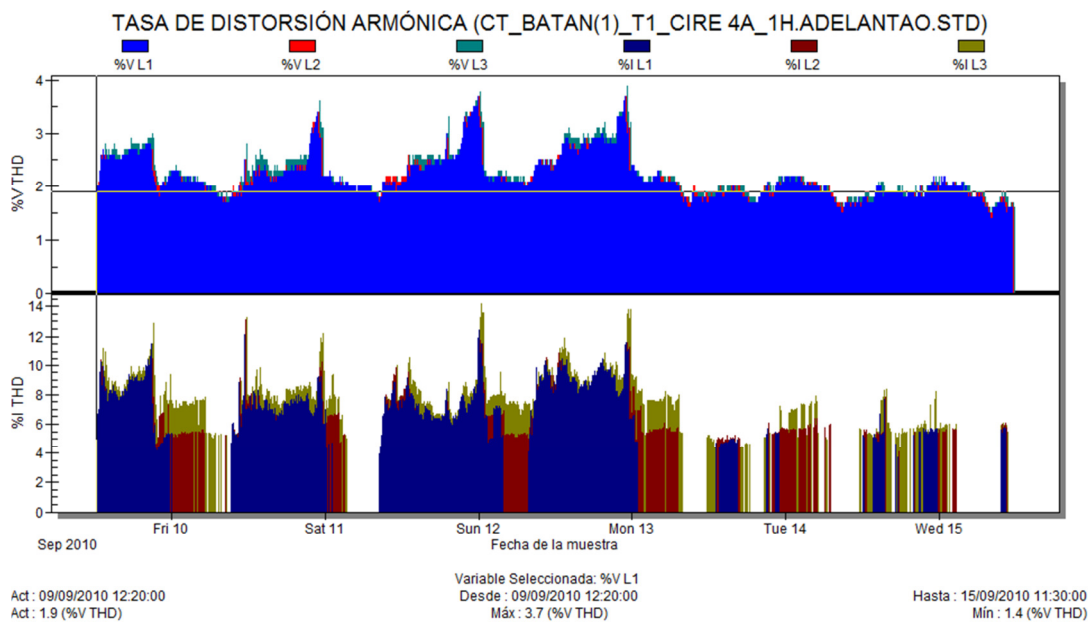


Figura CAR. 16. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 1 transformador 1.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	3,7	1,4	3,0	NO CUMPLE
%V L2	3,7	1,5	3,0	NO CUMPLE
%V L3	3,9	1,5	3,0	NO CUMPLE
% IL1	12,4	0	30,0	SÍ CUMPLE
% IL2	13,1	0	30,0	SÍ CUMPLE
% IL3	14,2	0	30,0	SÍ CUMPLE

Tabla CAR. 7. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 1 transformador 1.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, **los armónicos de corriente no son elevados; sin embargo, los armónicos de tensión están por encima de la recomendación.** Esto puede acarrear problemas a la batería de condensadores que no estén protegidas con filtros de armónicos.

#### 2.2.1.6 Equilibrado de fases.

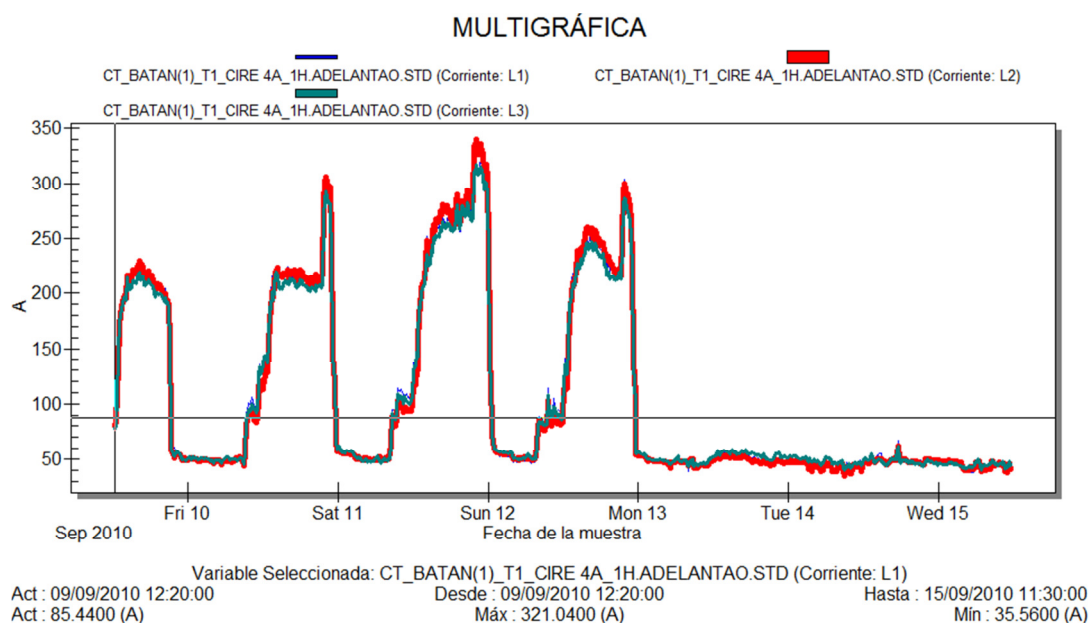


Figura CAR. 17. Intensidad por fase registrada en el CT 1 transformador 1.

Se puede observar en la gráfica como las curvas de intensidades están prácticamente superpuestas, lo que conlleva a que **las fases están equilibradas**, con esto se evita:

- Reducción de la capacidad de carga y la eficiencia de transformadores y líneas de distribución.
- Generan desequilibrios de las tensiones en el punto de acoplo del abonado. Por tanto, debido a este efecto los desequilibrios de una instalación propagan sus efectos a otras instalaciones vecinas.



## 2.2.2 Mediciones en el CT 1 o Batán-transformador 2

### 2.2.2.1 Potencia activa y consumo residual.

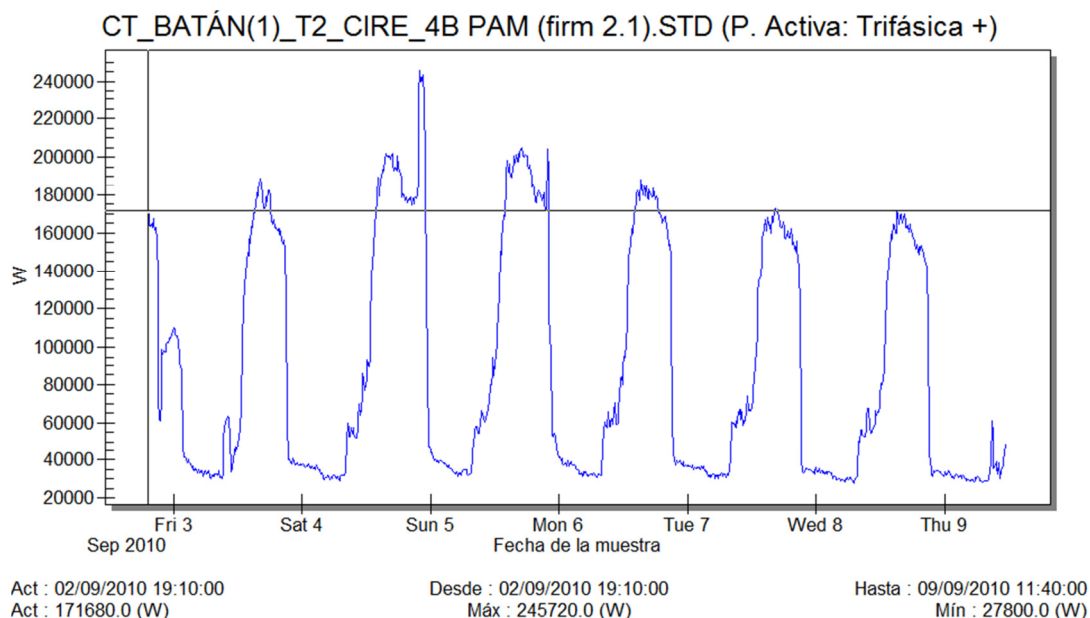


Figura CAR. 18. Valores de potencia activa registrados en CT 1 transformador 2.

CT 1 - T2	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	245,72	27,80

Tabla CAR. 8. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 1 transformador 2.

Los valores de potencia activa registrados durante la medición dan una idea del estado de carga en cada momento. Del análisis de la gráfica pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- La gráfica muestra claramente los periodos de funcionamiento (horario de apertura).
- El pico de potencia fue de 245 kW registrado el 4 de septiembre de 2010, sábado, a las 22:00.
- El punto más bajo de potencia fue el día 8 de septiembre, domingo, a las 7:00.
- En esta instalación existe una potencia residual, fuera del horario de apertura al público, por encima de 27 kW.

2.2.2.2 Fluctuaciones de la señal de tensión.

Tensiones promedio registradas

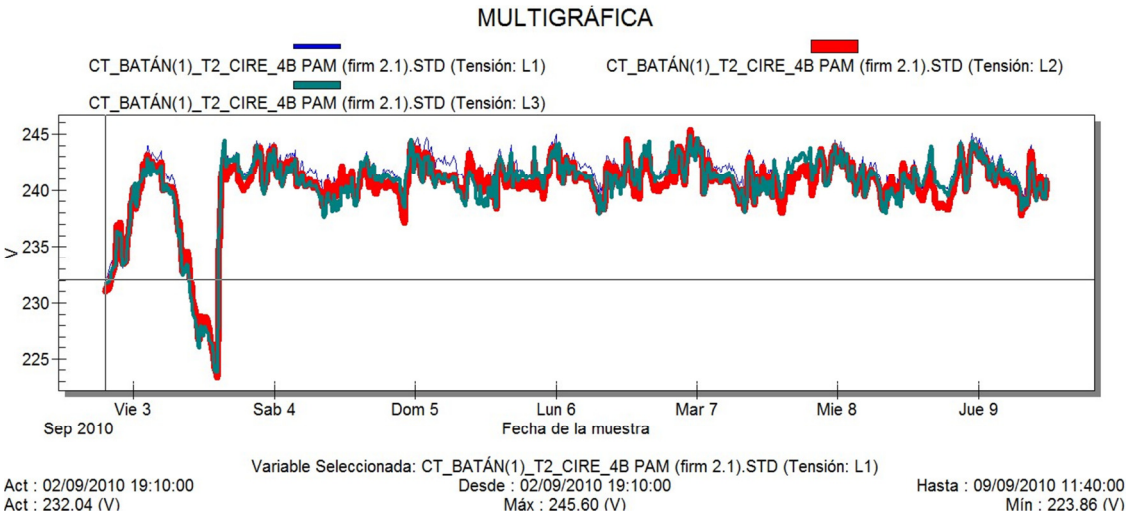


Figura CAR. 19. Tensiones promedio registradas en el CT 1 transformador 2.

La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada. El hecho de tener una tensión tan elevada origina excesos en los consumos y mal funcionamiento en los equipos conectados a la instalación, hasta el punto que puede llegar a estropearlos. También se puede observar un hecho anómalo de relativa importancia, la gran bajada de tensión que comienza durante la madrugada del viernes, a partir de las 4 de la mañana, y finaliza a las 14 horas, comenzando a subir la tensión de suministro. Esta anomalía es responsable la empresa distribuidora de energía eléctrica. Sin embargo, este descenso no provocó una tensión de alimentación por debajo de la normativa aplicable. Esta normativa aplicable es el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  del valor normalizado de 230V. (Máximo: 246 V y mínimo: 214 V). Por tanto, según las gráficas anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	245,31	246	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	223,67	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 9. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 1 transformador 2.

### 2.2.2.3 Fluctuaciones de la frecuencia de red.

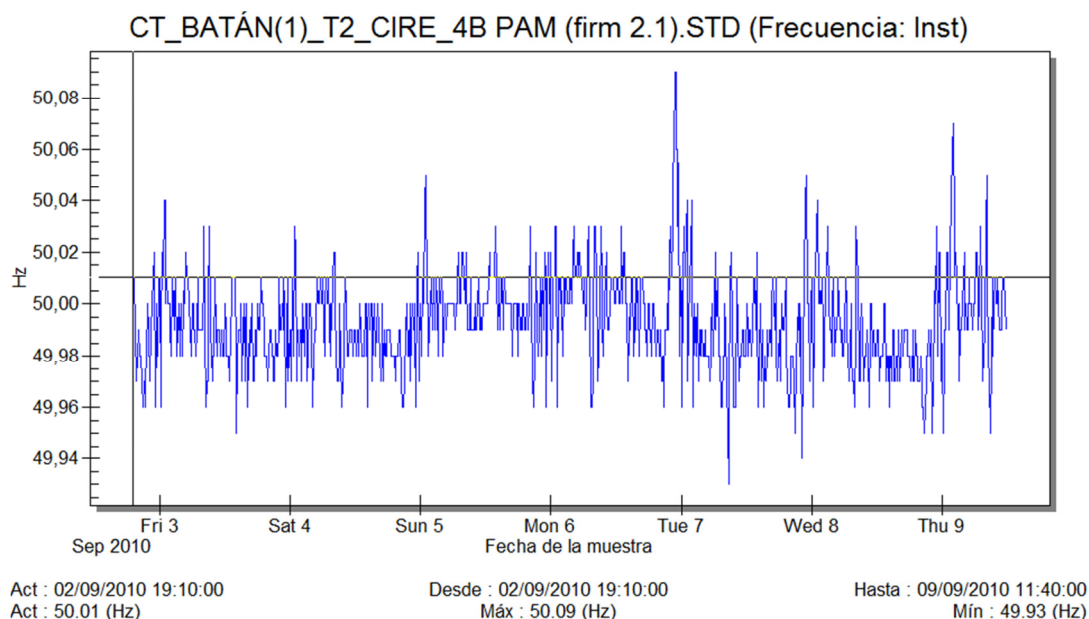


Figura CAR. 20. Valores de frecuencia de red registrados en el CT 1 transformador 2.

En cuanto a la frecuencia de la señal de alimentación, la norma UNE-EN 50.160 (de obligado cumplimiento según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre), exige que los valores se mantengan entre 49,5 y 50,5 Hz durante el 95% de la semana (o periodo de medida) y entre 47 y 52 Hz durante el 100% de la semana (o periodo de medida). Por tanto, según la grafica anterior, se deduce lo siguiente:

FRECUENCIA	VALORES REGISTRADOS (Hz)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (Hz)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	50,09	52	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	49,93	47	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 10. Datos de las fluctuaciones de frecuencia registradas en el CT 1 transformador 2.

Los valores de la frecuencia registrados presentan muy poca variación respecto a la frecuencia nominal de 50 Hz, **cumpliendo así con la normativa indicada.**

### 2.2.2.4 Factor de potencia. Fluctuación de la potencia reactiva.

#### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

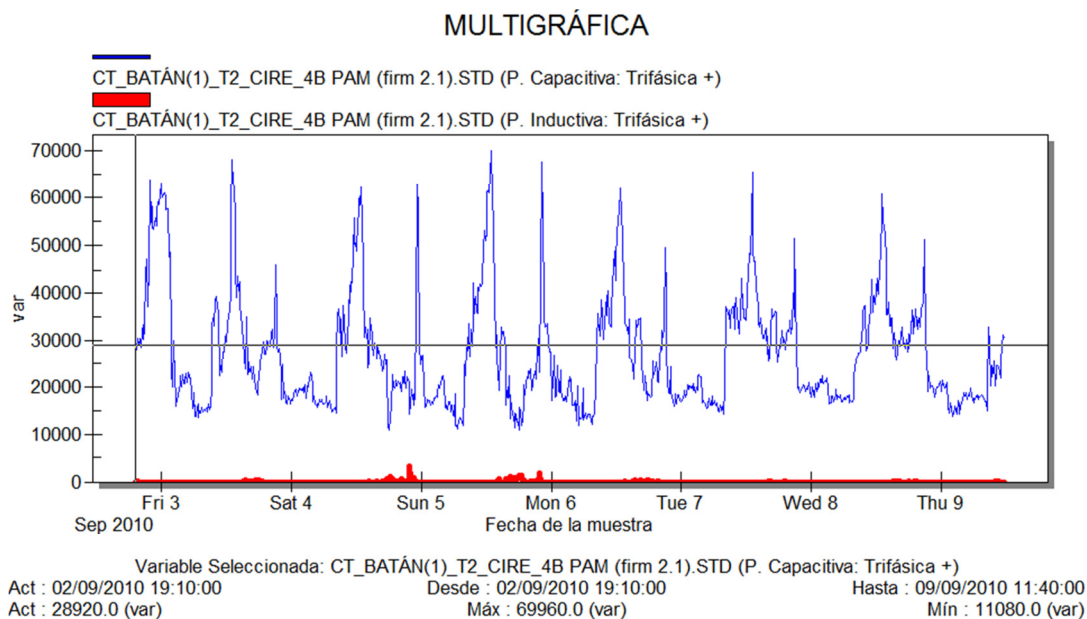


Figura CAR. 21. Potencia capacitiva registrada en el CT1 transformador 2.

#### Coseno de fi

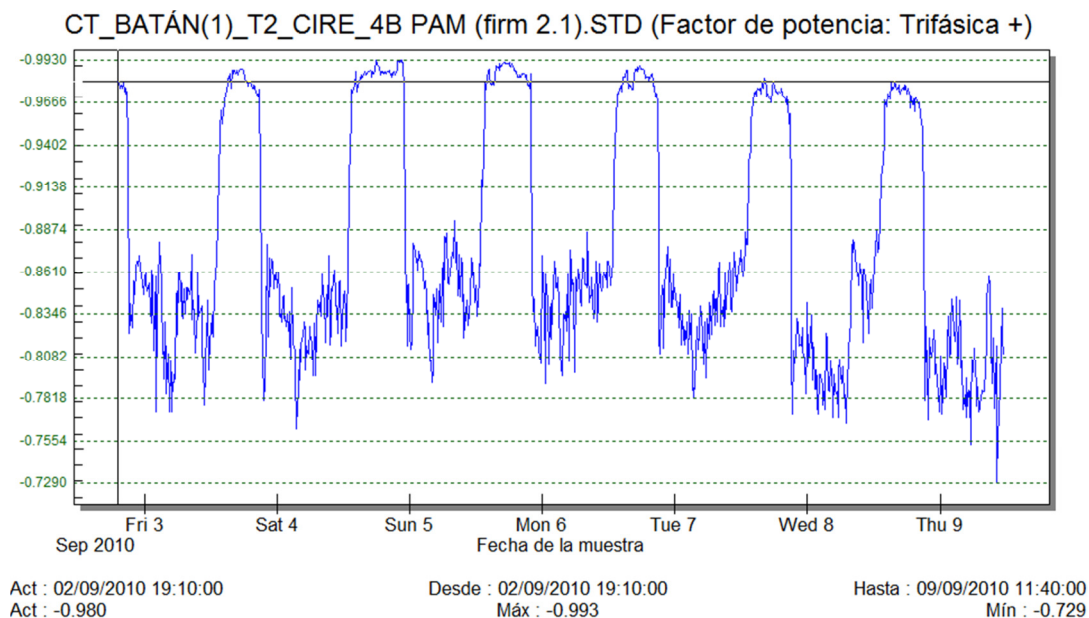


Figura CAR. 22. Coseno de fi registrado en el CT1 transformador 2.

Se puede observar como en la gráfica del coseno de fi **la energía capacitiva inyectada por las baterías de condensadores es excesiva**. Como se observó en el transformador 1 de este centro de transformación (CT 1 o Batán), **la batería de condensadores introduce muchísima más energía capacitiva que la demanda por las instalaciones enganchadas a este centro de transformación**. Todo esto repercute en una **sobretensión de alimentación** de los equipos

eléctricos que provoca un **mayor consumo de energía activa** para un mismo régimen de funcionamiento y envejecimiento prematuro, lo que conllevará, probablemente, que las averías aparezcan antes.

Por tanto, **la batería de condensadores instalada en este centro de transformación no se adapta correctamente a las necesidades.**

### 2.2.2.5 Tasas de distorsión armónica.

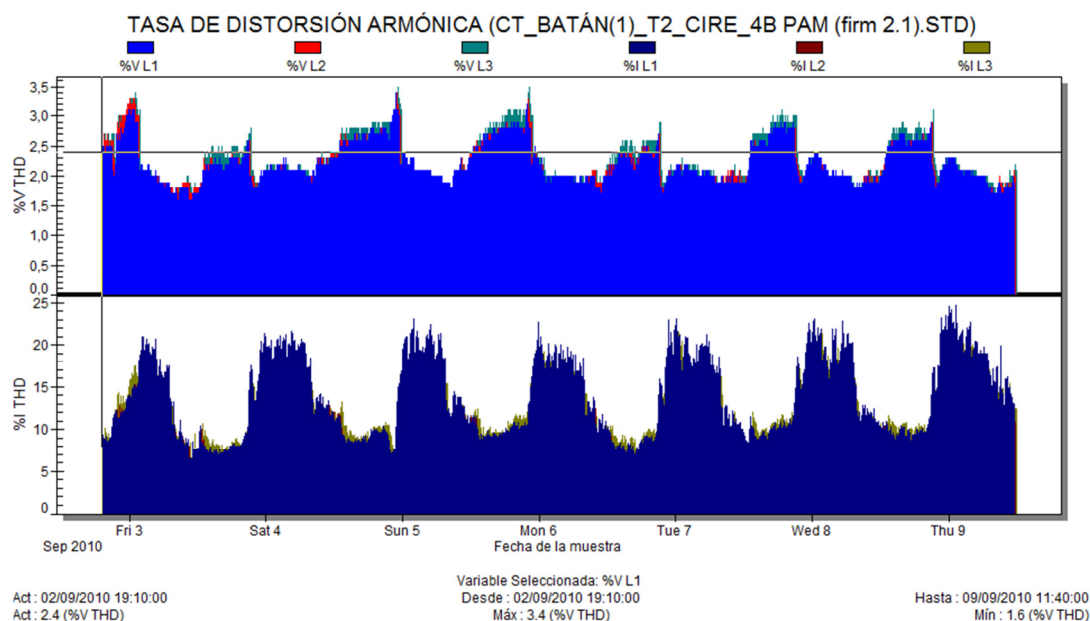


Figura CAR. 23. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 1 transformador 2.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	3,4	1,6	3,0	NO CUMPLE
%V L2	3,4	1,6	3,0	NO CUMPLE
%V L3	3,5	1,7	3,0	NO CUMPLE
%I L1	24,7	6,4	30,0	SÍ CUMPLE
%I L2	18,6	5,6	30,0	SÍ CUMPLE
%I L3	21,5	6,4	30,0	SÍ CUMPLE

Tabla CAR. 11. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 1 transformador 2.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, los armónicos de corriente no son elevados; sin embargo, **los armónicos de tensión están por encima de la recomendación.** Esto puede acarrear problemas a la batería de condensadores que no estén protegidas con filtros de armónicos.

### 2.2.2.6 Equilibrado de fases.

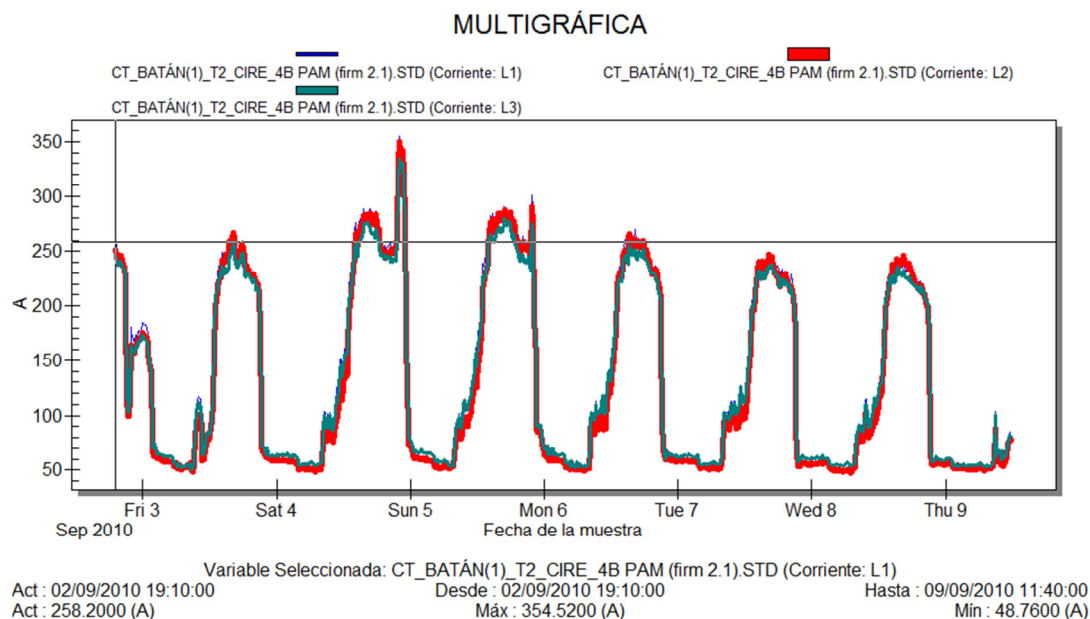


Figura CAR. 24. Intensidad por fase registrada en el CT 1 transformador 2.

Se puede observar en la gráfica como las curvas de intensidades están prácticamente superpuestas, lo que conlleva a que **las fases están equilibradas**, con esto se evita:

- a) Reducción de la capacidad de carga y la eficiencia de transformadores y líneas de distribución.
- b) Generan desequilibrios de las tensiones en el punto de acoplo del abonado. Por tanto, debido a este efecto los desequilibrios de una instalación propagan sus efectos a otras instalaciones vecinas.

## 2.2.3 Mediciones en el CT 2 o Talleres-transformador 3

### 2.2.3.1 Potencia activa y consumo residual.

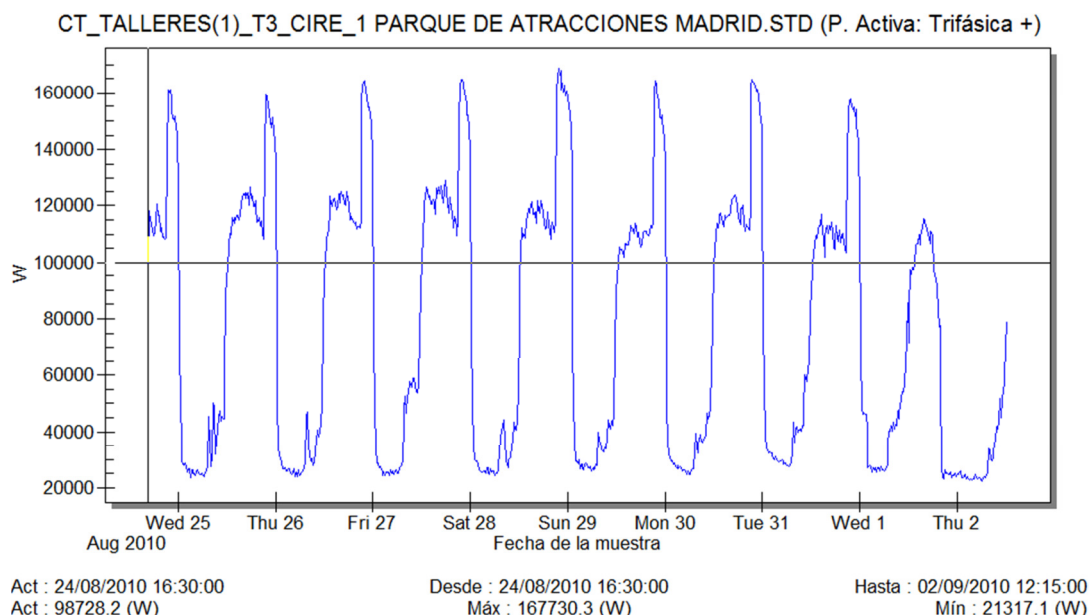


Figura CAR. 25. Valores de potencia activa registrados en CT 2 transformador 3.

CT 2 - T3	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	167,73	21,37

Tabla CAR. 12. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 2 transformador 3.

Los valores de potencia activa registrados durante la medición dan una idea del estado de carga en cada momento. Del análisis de la gráfica pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- La gráfica muestra claramente los periodos de funcionamiento (horario de apertura).
- El pico de potencia fue de 167 kW registrado el 28 de agosto de 2010, sábado, a las 16:30.
- El punto más bajo de potencia fue el día 2 de septiembre, domingo, a las 6:00.
- En esta instalación existe una potencia residual, fuera del horario de apertura al público, por encima de 21 kW.



2.2.3.2 Fluctuaciones de la señal de tensión.

Tensiones promedio registradas

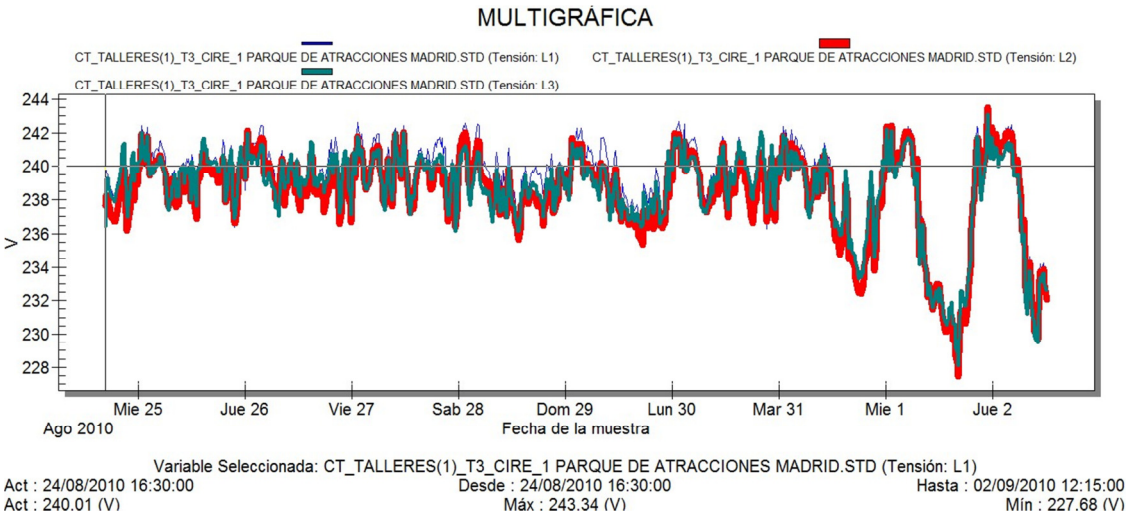


Figura CAR. 26. Tensiones promedio registradas en el CT 2 transformador 3.

La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada. El hecho de tener una tensión tan elevada origina excesos en los consumos y mal funcionamiento en los equipos conectados a la instalación, hasta el punto que puede llegar a estropearlos. También se puede observar un hecho anómalo de relativa importancia, **la gran bajada de tensión** que comienza durante la madrugada del miércoles, a partir de las 6 de la mañana, y finaliza a las 16:30 horas, comenzando a subir la tensión de suministro; sin embargo, se vuelve a reproducir dicha anomalía en la siguiente madrugada. **Esta anomalía es responsabilidad de la empresa distribuidora de energía eléctrica.** Sin embargo, este descenso no provocó una tensión de alimentación por debajo de la normativa aplicable. Esta normativa aplicable es el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  del valor normalizado de 230V. (Máximo: 246 V y mínimo: 214 V). Por tanto, según las gráficas anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	245,31	246	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	223,67	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 13. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 2 transformador 3.



2.2.3.3 Fluctuaciones de la frecuencia de red.

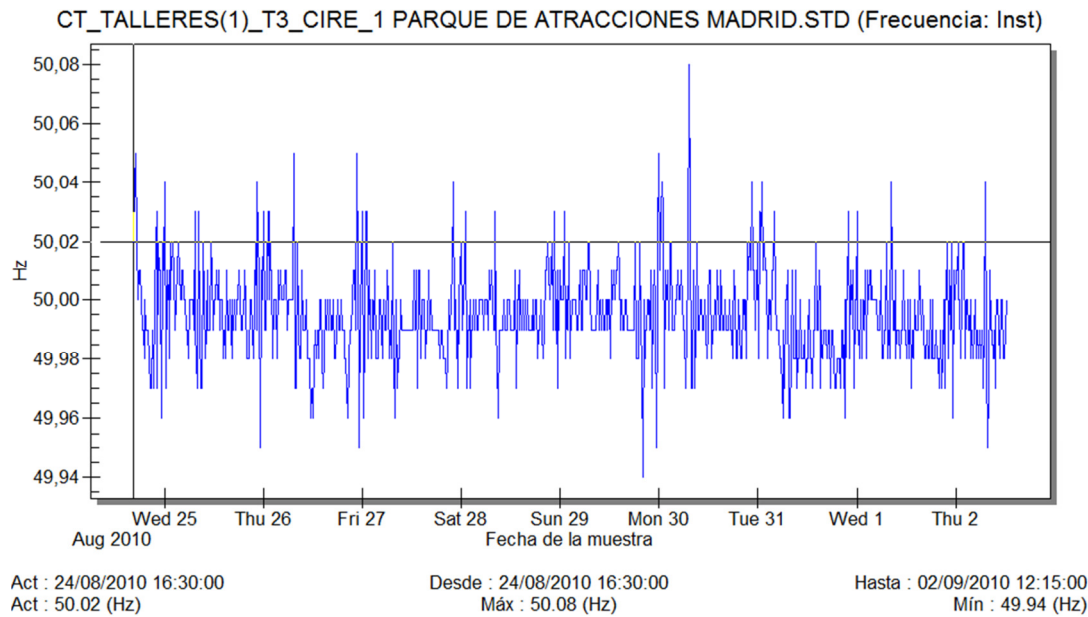


Figura CAR. 27. Valores de frecuencia de red registrados en el CT 2 transformador 3.

En cuanto a la frecuencia de la señal de alimentación, la norma UNE-EN 50.160 (de obligado cumplimiento según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre), exige que los valores se mantengan entre 49,5 y 50,5 Hz durante el 95% de la semana (o periodo de medida) y entre 47 y 52 Hz durante el 100% de la semana (o periodo de medida). Por tanto, según la grafica anterior, se deduce lo siguiente:

FRECUENCIA	VALORES REGISTRADOS (Hz)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (Hz)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	50,08	52	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	49,94	47	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 14. Datos de las fluctuaciones de frecuencia registradas en el CT 2 transformador 3.

Los valores de la frecuencia registrados presentan muy poca variación respecto a la frecuencia nominal de 50 Hz, **cumpliendo así con la normativa indicada.**

### 2.2.3.4 Factor de potencia. Fluctuación de la potencia reactiva.

#### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

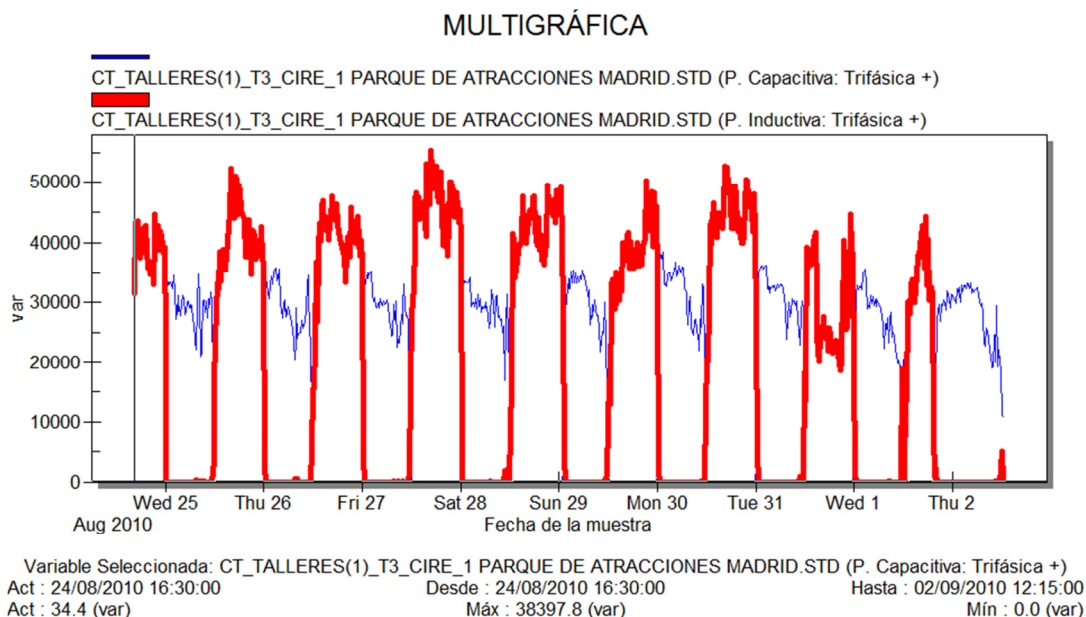


Figura CAR. 28. Potencia capacitiva registrada en el CT 2 transformador 3.

#### Coseno de fi

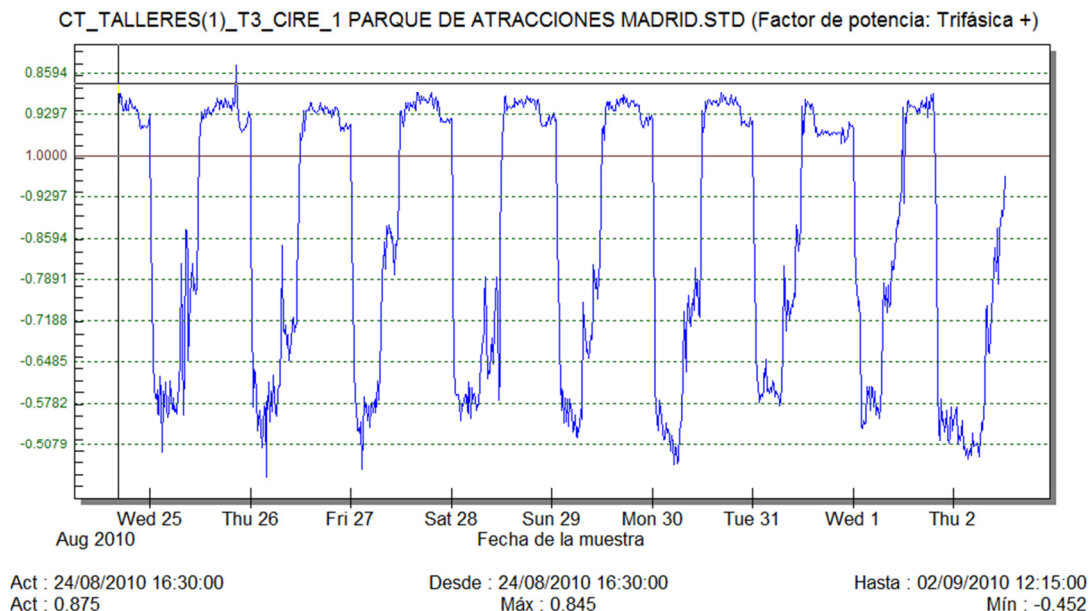


Figura CAR. 29. Coseno de fi registrado en el CT 2 transformador 3.

La energía capacitiva que se inyecta en este transformador viene aportada por la única batería de condensadores instalada en este centro de transformación, CT 2 o Talleres. En las gráficas se puede observar como **no está correctamente dimensionada** ya que durante las horas de cierre al público está inyectando una gran cantidad de energía capacitiva que no es necesaria, lo que produce **sobretensiones** en los equipos, repercutiendo en un **mayor consumo**

**de energía activa** y un funcionamiento en unas condiciones que fomentan las averías. Por otra parte, en horario de apertura al público, la batería no es capaz de suministrar toda la demanda de energía reactiva, por lo que el coseno de fi del transformador descendiendo por debajo de 0,95. Por tanto, **la batería de condensadores que acoge a este transformador T3 no es adecuada.**

### 2.2.3.5 Tasas de distorsión armónica.

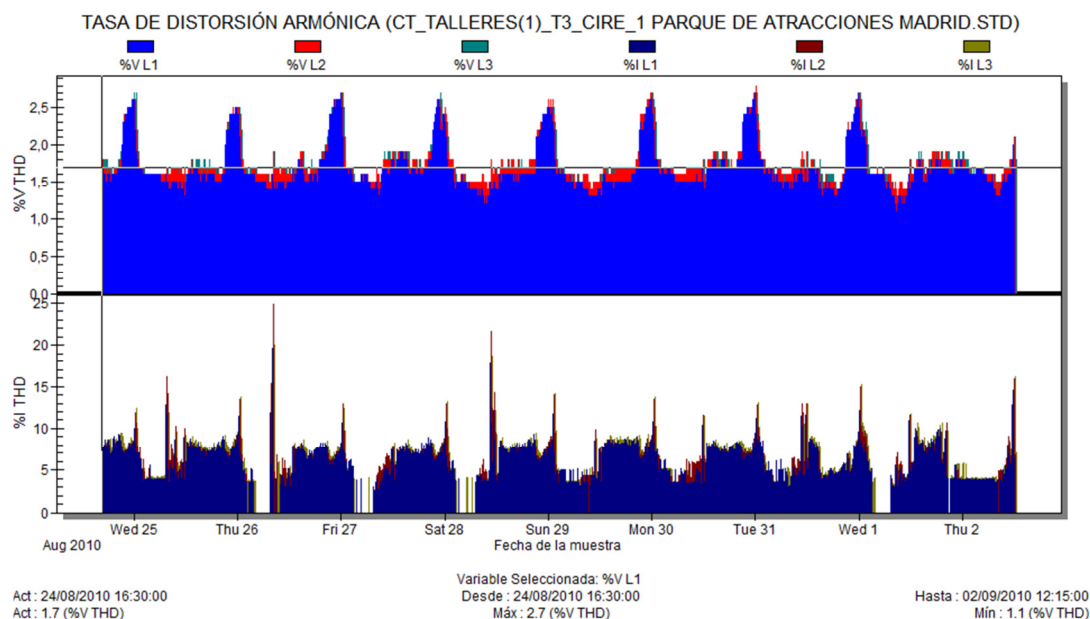


Figura CAR. 30. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 2 transformador 3.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	2,7	1,1	3,0	SÍ CUMPLE
%V L2	2,8	1,3	3,0	SÍ CUMPLE
%V L3	2,7	1,2	3,0	SÍ CUMPLE
% IL1	19,6	0	30,0	SÍ CUMPLE
% IL2	24,9	0	30,0	SÍ CUMPLE
% IL3	20,1	0	30,0	SÍ CUMPLE

Tabla CAR. 15. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 2 transformador 3.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, los armónicos están dentro del rango recomendado.

## 2.2.3.6 Equilibrado de fases.

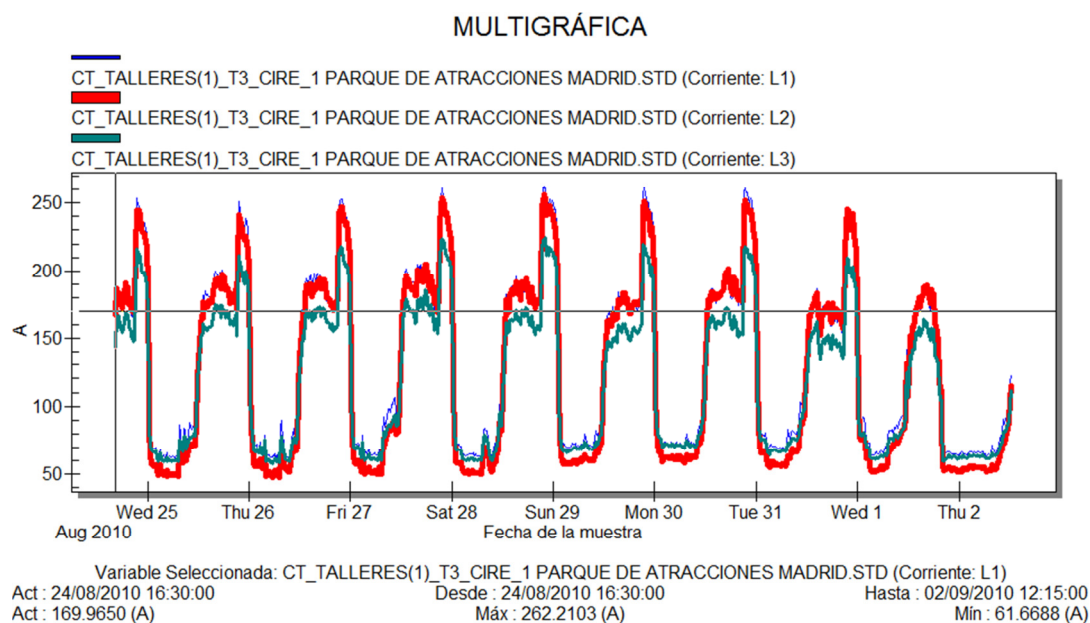


Figura CAR. 31. Intensidad por fase registrada en el CT 2 transformador 3.

Se puede observar en la gráfica como las curvas de intensidades están prácticamente superpuestas salvo intensidad 3, que, durante el periodo de apertura del Parque de Atracciones, es algo inferior a las otras dos intensidades, sin embargo, **no es una circunstancia preocupante**. La única recomendación es si se incorporan nuevos equipos eléctricos monofásicos que se enganchen a esta intensidad.

## 2.2.4 Mediciones en el CT 2 o Talleres-transformador 4

### 2.2.4.1 Potencia activa y consumo residual.

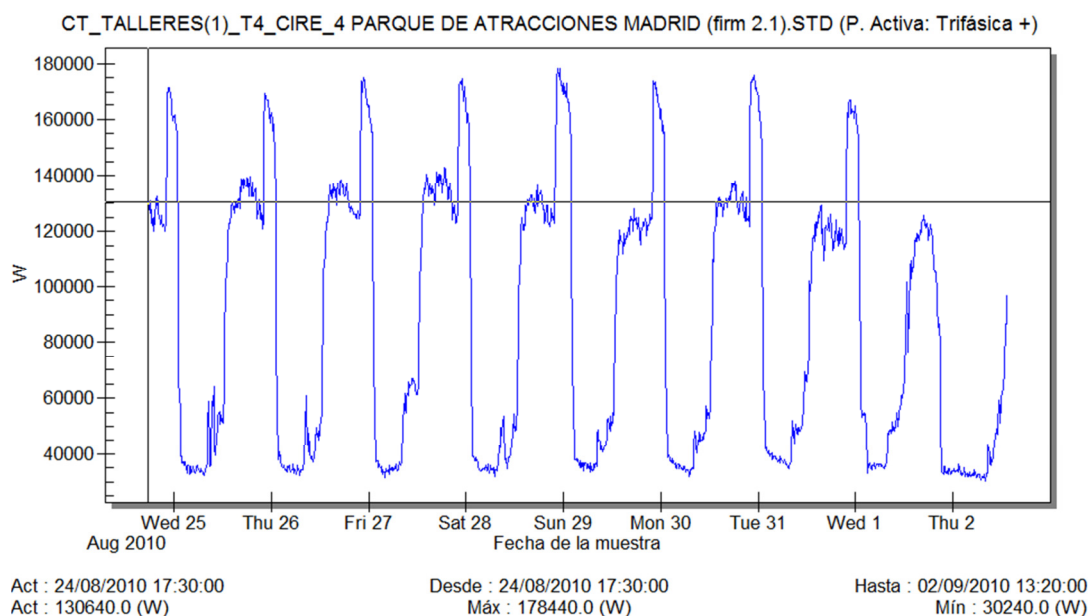


Figura CAR. 32. Valores de potencia activa registrados en CT 1 transformador 2.

CT 2 - T4	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	178,44	30,24

Tabla CAR. 16. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 2 transformador 4.

Los valores de potencia activa registrados durante la medición dan una idea del estado de carga en cada momento. Del análisis de la gráfica pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- La gráfica muestra claramente los periodos de funcionamiento (horario de apertura).
- El pico de potencia fue de 178 kW registrado el 28 de agosto de 2010, sábado, a las 22:40.
- El punto más bajo de potencia fue el día 2 de septiembre, domingo, a las 8:00.
- En esta instalación existe una potencia residual, fuera del horario de apertura al público, por encima de 30 kW.

2.2.4.2 Fluctuaciones de la señal de tensión.

Tensiones promedio registradas

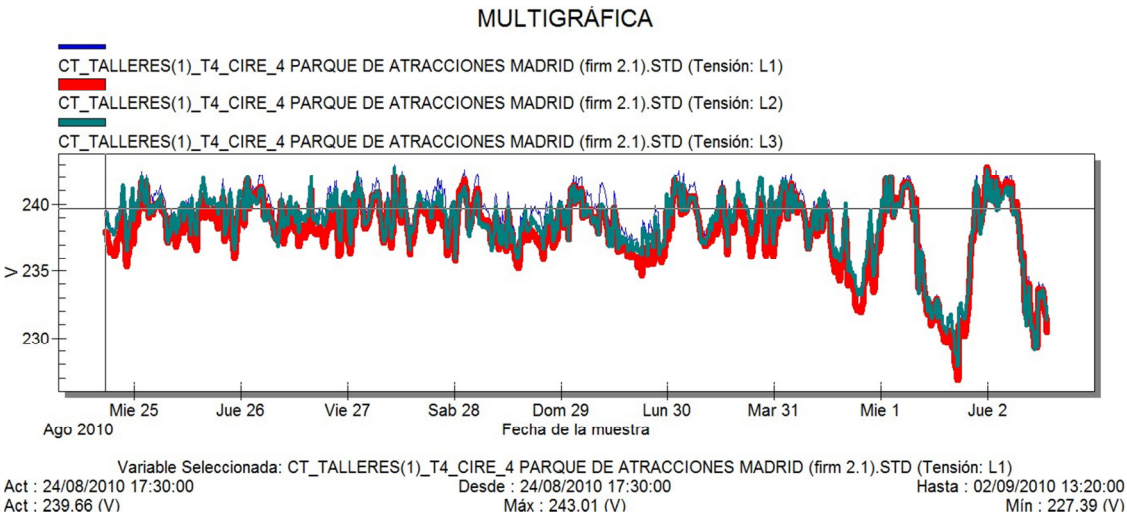


Figura CAR. 33. Tensiones promedio registradas en el CT 2 transformador 4.

La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada. El hecho de tener una tensión tan elevada origina excesos en los consumos y mal funcionamiento en los equipos conectados a la instalación, hasta el punto que puede llegar a estropearlos. También se puede observar un hecho anómalo de relativa importancia, la gran bajada de tensión que comienza durante la madrugada del miércoles, a partir de las 6 de la mañana, y finaliza a las 16:30 horas, comenzando a subir la tensión de suministro; sin embargo, se vuelve a reproducir dicha anomalía en la siguiente madrugada. **Esta anomalía es responsabilidad de la empresa distribuidora de energía eléctrica.** Sin embargo, este descenso no provocó una tensión de alimentación por debajo de la normativa aplicable. Esta normativa aplicable es el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  del valor normalizado de 230V. (Máximo: 246 V y mínimo: 214 V). Por tanto, según las gráficas anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	242,77	246	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	227,38	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 17. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 2 transformador 4.

2.2.4.3 Fluctuaciones de la frecuencia de red.

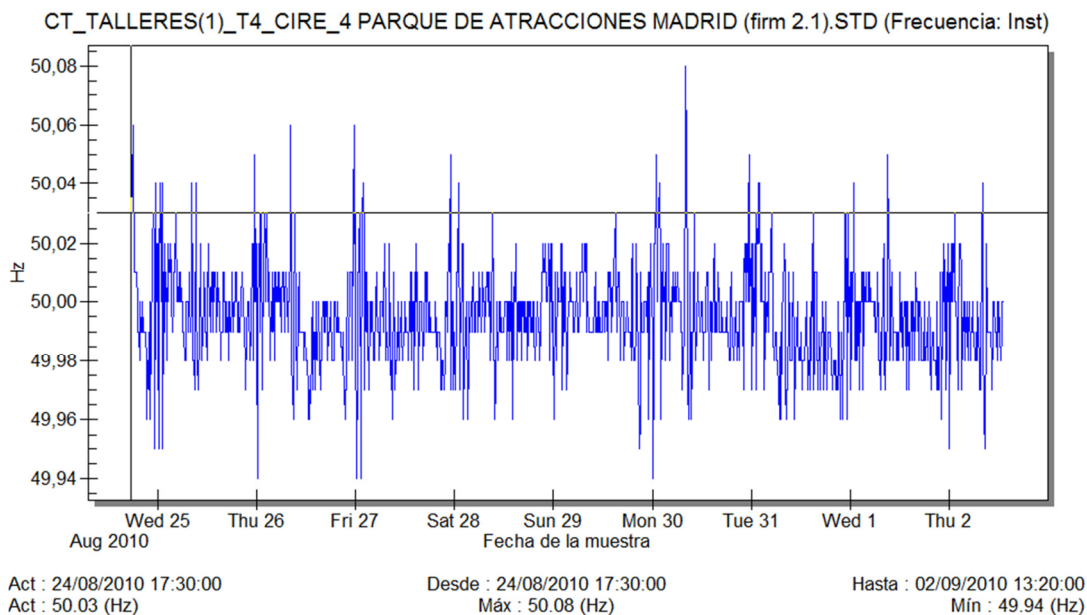


Figura CAR. 34. Valores de frecuencia de red registrados en el CT 2 transformador 4.

En cuanto a la frecuencia de la señal de alimentación, la norma UNE-EN 50.160 (de obligado cumplimiento según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre), exige que los valores se mantengan entre 49,5 y 50,5 Hz durante el 95% de la semana (o periodo de medida) y entre 47 y 52 Hz durante el 100% de la semana (o periodo de medida). Por tanto, según la gráfica anterior, se deduce lo siguiente:

FRECUENCIA	VALORES REGISTRADOS (Hz)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (Hz)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	50,08	52	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	49,94	47	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 18. Datos de las fluctuaciones de frecuencia registradas en el CT 2 transformador 4.

Los valores de la frecuencia registrados presentan muy poca variación respecto a la frecuencia nominal de 50 Hz, **cumpliendo así con la normativa indicada.**



#### 2.2.4.4 Factor de potencia. Fluctuación de la potencia reactiva.

##### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

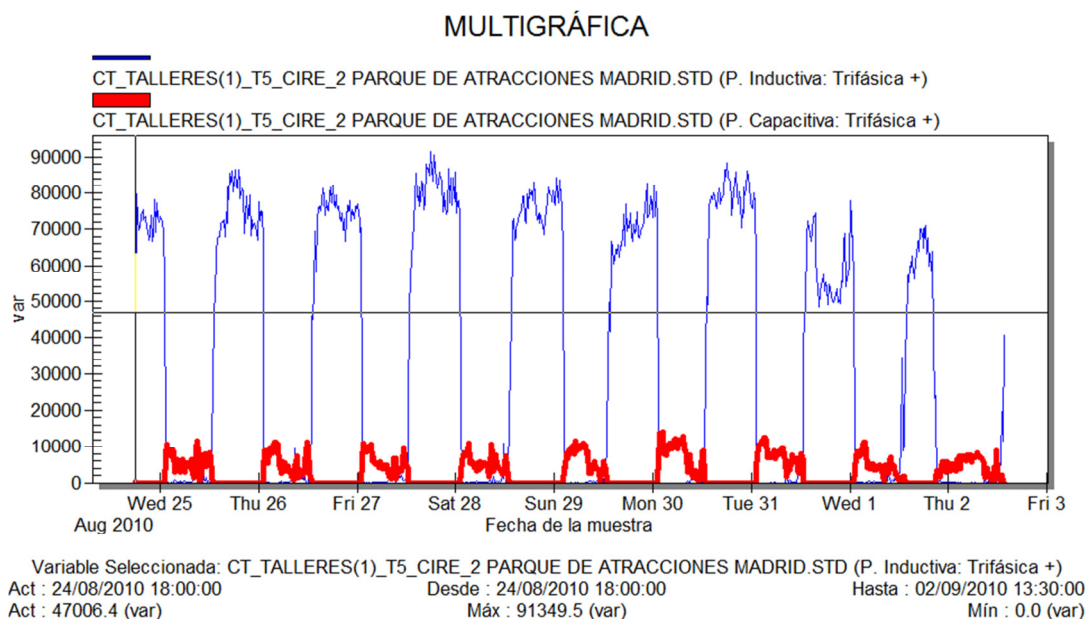


Figura CAR. 35. Potencia capacitiva registrada en el CT 2 transformador 4.

##### Coseno de fi

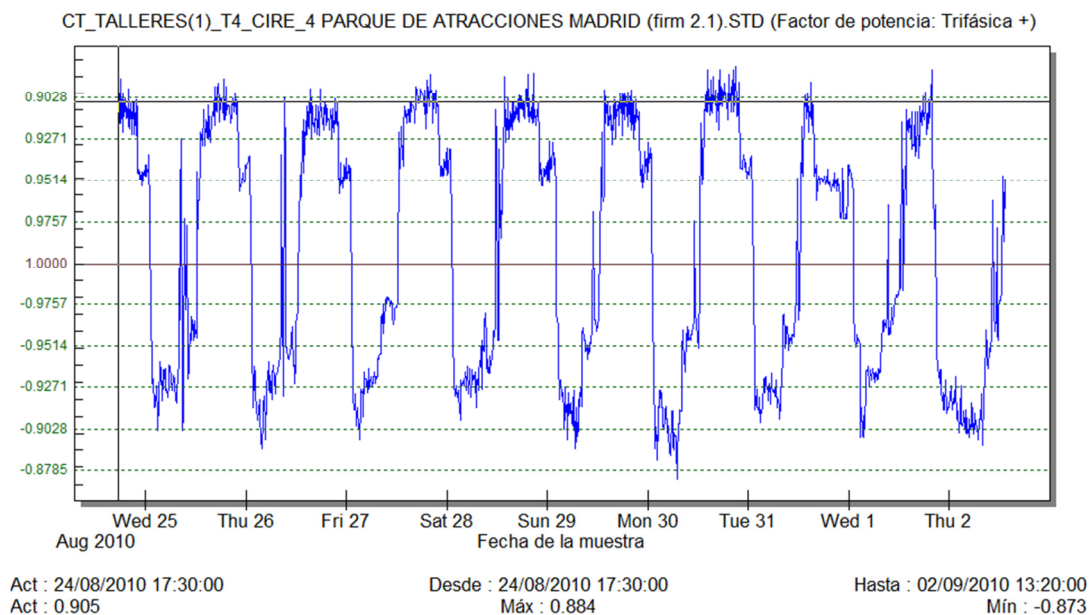


Figura CAR. 36. Coseno de fi registrado en el CT 2 transformador 4.

La energía capacitiva que se inyecta en este transformador viene aportada por la única batería de condensadores instalada en este centro de transformación, CT 2 o Talleres. En las gráficas se puede observar como **no está correctamente dimensionada** ya que durante las horas de cierre al público está inyectando una gran cantidad de energía capacitiva que no es necesaria, lo que produce **sobretensiones** en los equipos, repercutiendo en un **mayor consumo**



**de energía activa** y un funcionamiento en unas condiciones que fomentan las averías. Por otra parte, en horario de apertura al público, la batería no es capaz de suministrar toda la demanda de energía reactiva, por lo que el coseno de fi del transformador descendiendo por debajo de 0,95. Por tanto, **la batería de condensadores que acoge a este transformador T4 no es adecuada.**

2.2.4.5 Tasas de distorsión armónica.

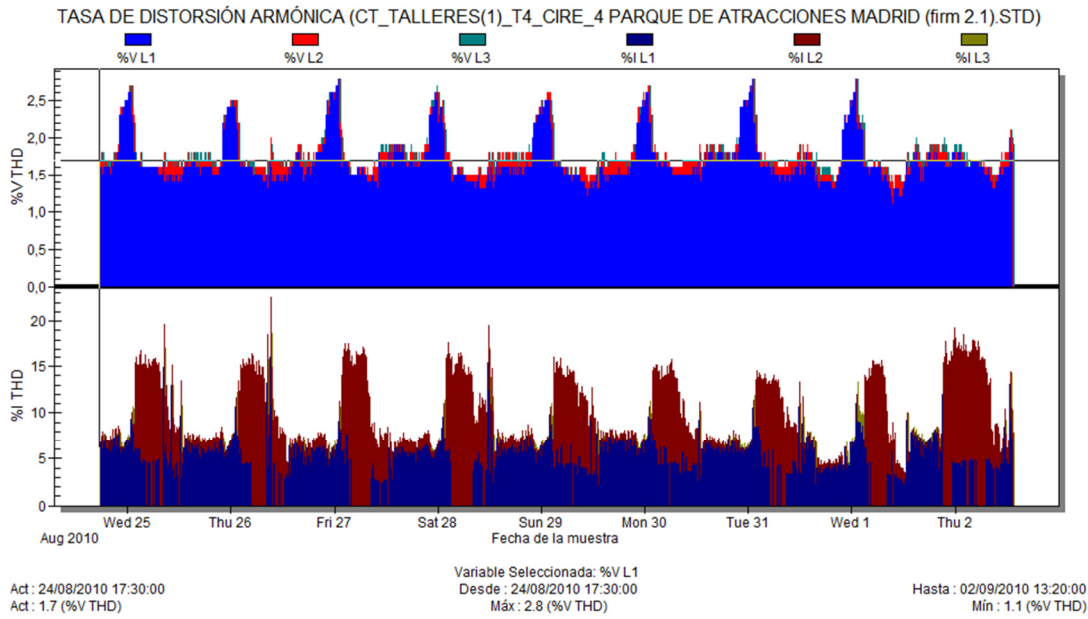


Figura CAR. 37. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 2 transformador 4.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	2,8	1,1	3,0	SÍ CUMPLE
%V L2	2,8	1,3	3,0	SÍ CUMPLE
%V L3	2,8	1,2	3,0	SÍ CUMPLE
% IL1	16	0	30,0	SÍ CUMPLE
% IL2	22,6	3	30,0	SÍ CUMPLE
% IL3	18,7	0	30,0	SÍ CUMPLE

Tabla CAR. 19. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 2 transformador 4.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, los armónicos de corriente están dentro del rango recomendado por la citada norma.

### 2.2.4.6 Equilibrado de fases.

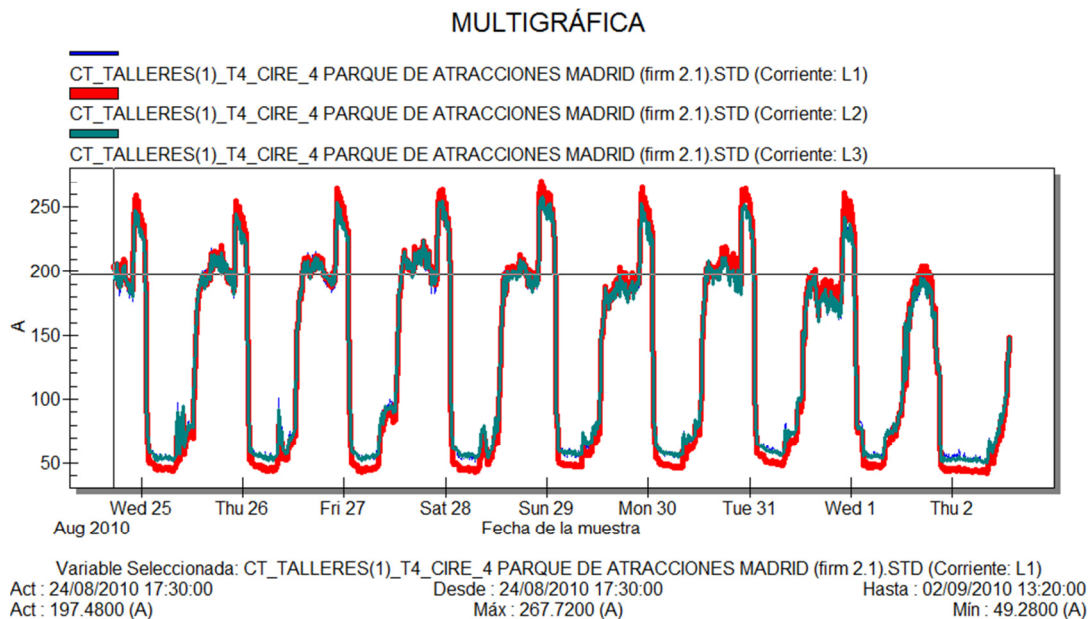


Figura CAR. 38. Intensidad por fase registrada en el CT 2 transformador 4.

Se puede observar en la gráfica como las curvas de intensidades están prácticamente superpuestas, lo que conlleva a que **las fases están equilibradas**, con esto se evita:

a) Reducción de la capacidad de carga y la eficiencia de transformadores y líneas de distribución.

b) Generan desequilibrios de las tensiones en el punto de acoplo del abonado. Por tanto, debido a este efecto los desequilibrios de una instalación propagan sus efectos a otras instalaciones vecinas.

## 2.2.5 Mediciones en el CT 2 o Talleres-transformador 5

### 2.2.5.1 Potencia activa y consumo residual.

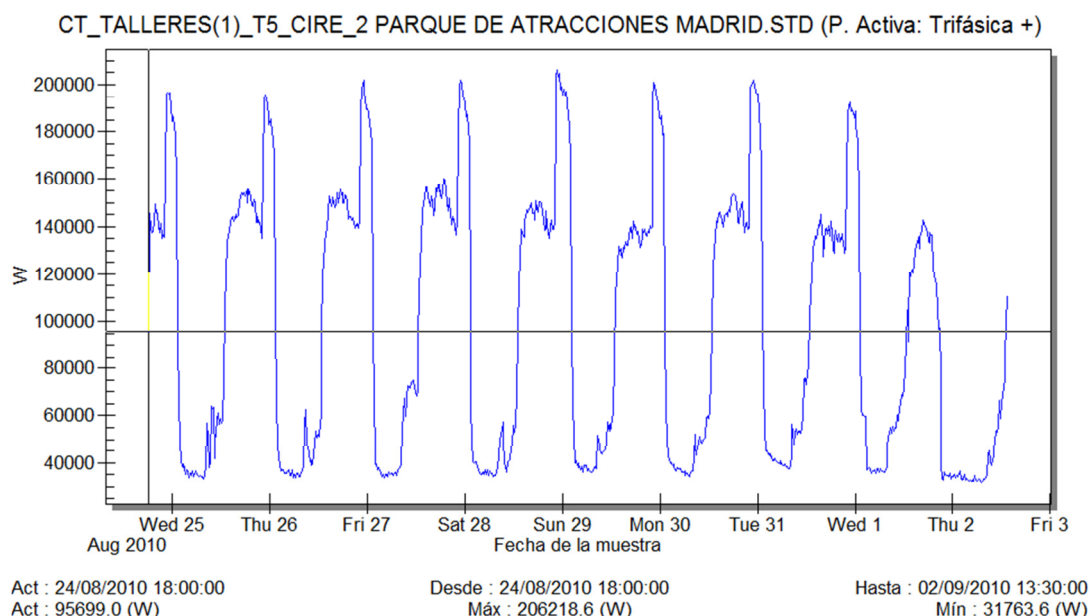


Figura CAR. 39. Valores de potencia activa registrados en CT 1 transformador 2.

CT 2 - T5	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	206,21	31,76

Tabla CAR. 20. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 2 transformador 5.

Los valores de potencia activa registrados durante la medición dan una idea del estado de carga en cada momento. Del análisis de la gráfica pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- La gráfica muestra claramente los periodos de funcionamiento (horario de apertura).
- El pico de potencia fue de 206 kW registrado el 28 de agosto de 2010, sábado, a las 22:45.
- El punto más bajo de potencia fue el día 2 de septiembre, domingo, a las 7:00.
- En esta instalación existe una potencia residual, fuera del horario de apertura al público, por encima de 31 kW.

### 2.2.5.2 Fluctuaciones de la señal de tensión.

#### Tensiones promedio registradas

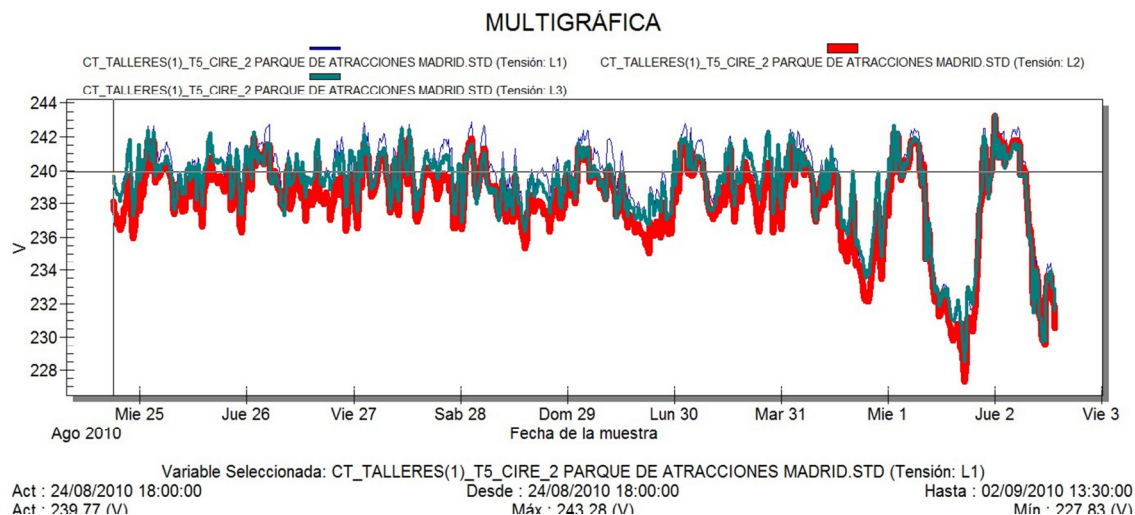


Figura CAR. 40. Tensiones promedio registradas en el CT 2 transformador 5.

**La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada.** El hecho de tener una tensión tan elevada origina excesos en los consumos y mal funcionamiento en los equipos conectados a la instalación, hasta el punto que puede llegar a estropearlos. También se puede observar un hecho anómalo de relativa importancia, la gran bajada de tensión que comienza durante la madrugada del miércoles, a partir de las 6 de la mañana, y finaliza a las 16:30 horas, comenzando a subir la tensión de suministro; sin embargo, se vuelve a reproducir dicha anomalía en la siguiente madrugada. **Esta anomalía es responsabilidad de la empresa distribuidora de energía eléctrica.** Sin embargo, este descenso no provocó una tensión de alimentación por debajo de la normativa aplicable. Esta normativa aplicable es el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  del valor normalizado de 230V. (Máximo: 246 V y mínimo: 214 V). Por tanto, según las gráficas anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	243,16	246	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	227,77	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 21. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 2 transformador 5.

2.2.5.3 Fluctuaciones de la frecuencia de red.

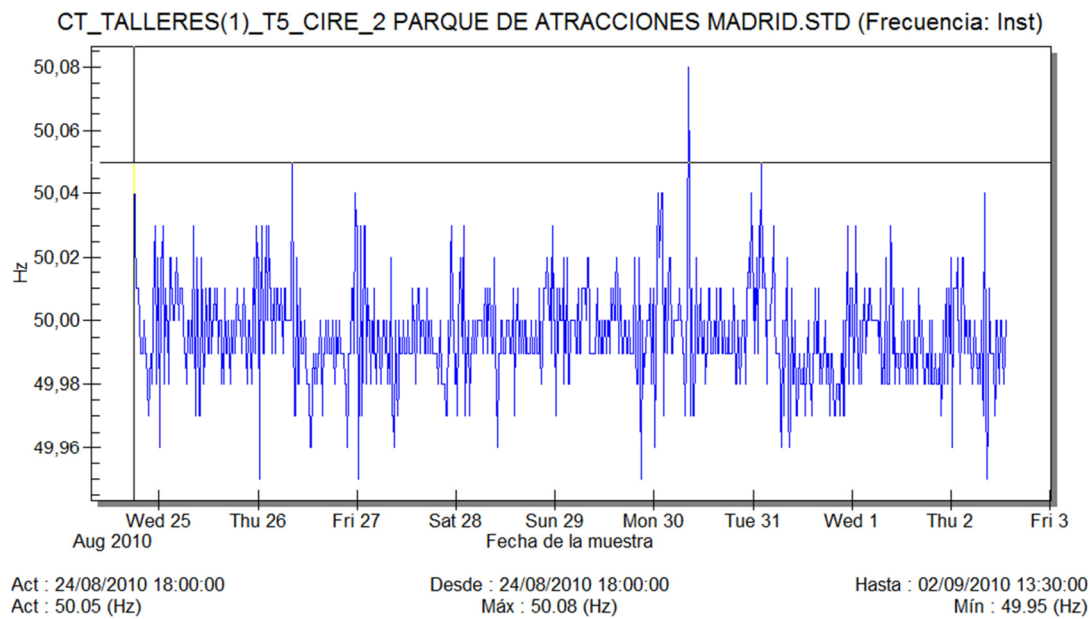


Figura CAR. 41. Valores de frecuencia de red registrados en el CT 2 transformador 5.

En cuanto a la frecuencia de la señal de alimentación, la norma UNE-EN 50.160 (de obligado cumplimiento según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre), exige que los valores se mantengan entre 49,5 y 50,5 Hz durante el 95% de la semana (o periodo de medida) y entre 47 y 52 Hz durante el 100% de la semana (o periodo de medida). Por tanto, según la grafica anterior, se deduce lo siguiente:

FRECUENCIA	VALORES REGISTRADOS (Hz)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (Hz)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	50,08	52	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	49,95	47	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 22. Datos de las fluctuaciones de frecuencia registradas en el CT 2 transformador 5.

Los valores de la frecuencia registrados presentan muy poca variación respecto a la frecuencia nominal de 50 Hz, **cumpliendo así con la normativa indicada.**

### 2.2.5.4 Factor de potencia. Fluctuación de la potencia reactiva.

#### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

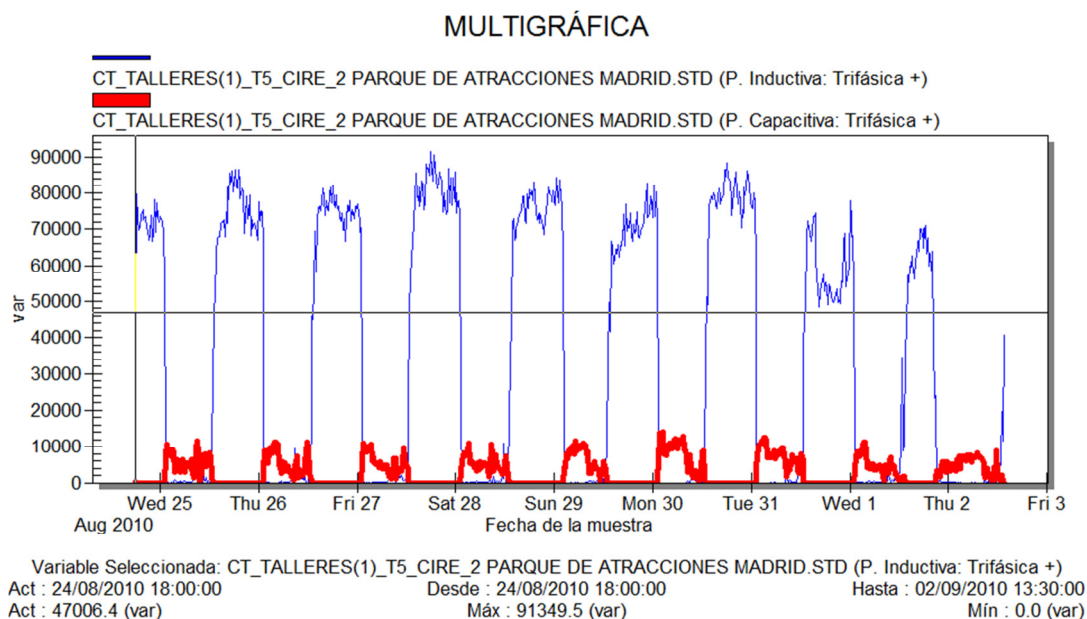


Figura CAR. 42. Potencia capacitiva registrada en el CT 2 transformador 5.

#### Coseno de fi

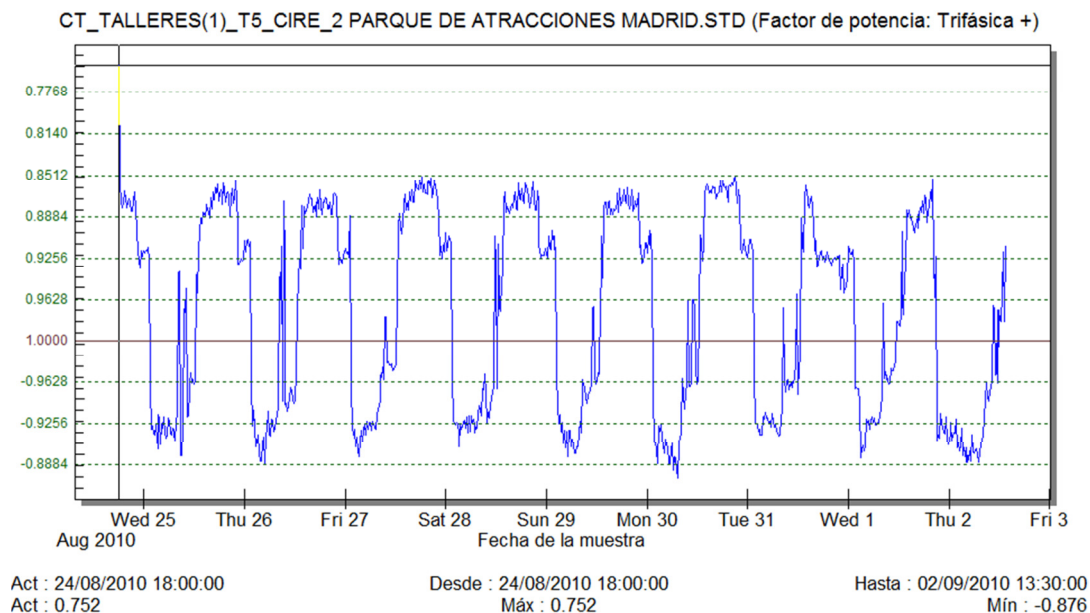


Figura CAR. 43. Coseno de fi registrado en el CT 2 transformador 5.

La energía capacitiva que se inyecta en este transformador viene aportada por la única batería de condensadores instalada en este centro de transformación, CT 2 o Talleres. En las gráficas se puede observar como **no está correctamente dimensionada** ya que durante las horas de cierre al público está inyectando una gran cantidad de energía capacitiva que no es necesaria, lo que produce **sobretensiones** en los equipos, repercutiendo en un **mayor consumo**

**de energía activa** y un funcionamiento en unas condiciones que fomentan las averías. Por otra parte, en horario de apertura al público, la batería no es capaz de suministrar toda la demanda de energía reactiva, por lo que el coseno de fi del transformador descendiendo por debajo de 0,95. **Por tanto, la batería de condensadores que acoge a este transformador T5 no es adecuada.**

Al ocurrir estas mismas incidencias en los tres transformadores de este centro de transformación CT 2 o Talleres, la batería de condensadores instalada no es la adecuada para las instalaciones que están conectadas a este citado centro de transformación.

2.2.5.5 Tasas de distorsión armónica.

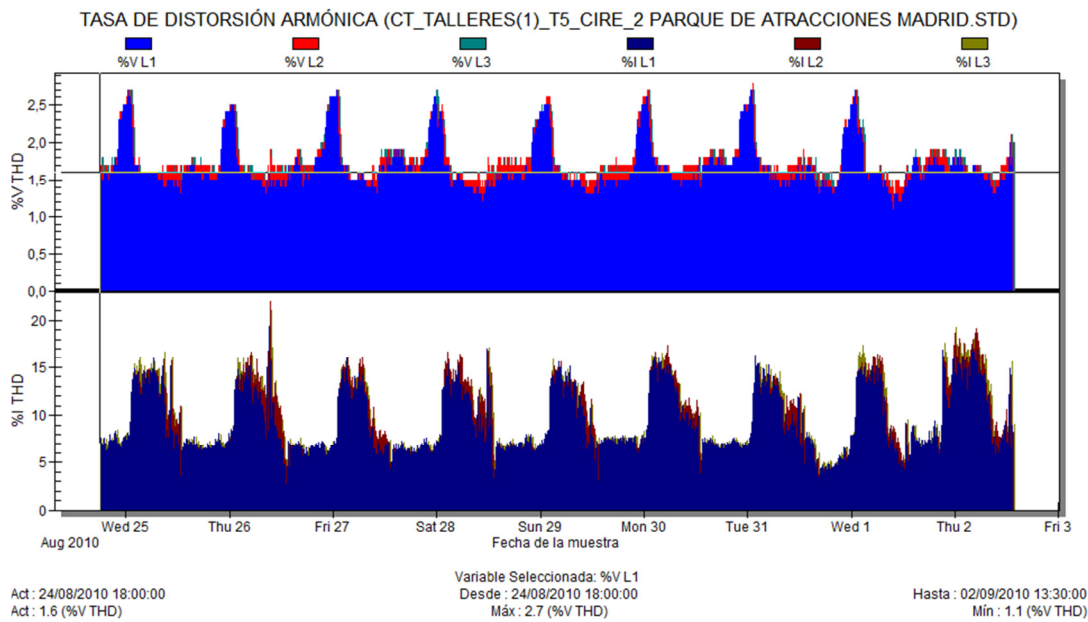


Figura CAR. 44. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 2 transformador 5.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	2,7	1,1	3,0	SÍ CUMPLE
%V L2	2,8	1,3	3,0	SÍ CUMPLE
%V L3	2,7	1,2	3,0	SÍ CUMPLE
% IL1	19,4	2,7	30,0	SÍ CUMPLE
% IL2	22	3,3	30,0	SÍ CUMPLE
% IL3	21	3,5	30,0	SÍ CUMPLE

Tabla CAR. 23. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 2 transformador 5.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, los **armónicos están dentro del rango recomendado por la citada norma.**



## 2.2.5.6 Equilibrado de fases.

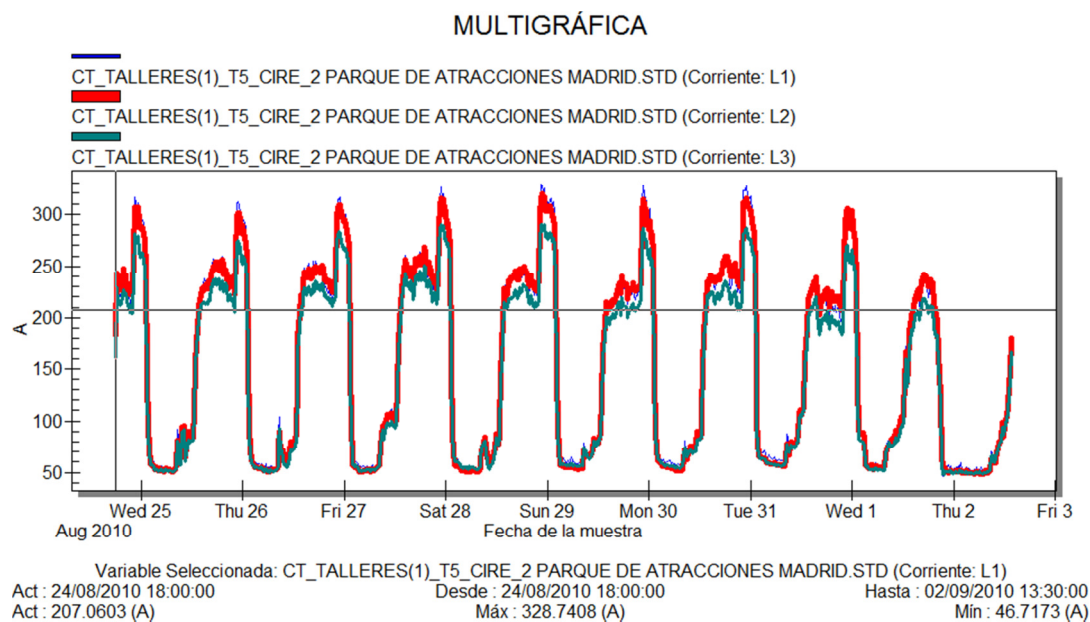


Figura CAR. 45. Intensidad por fase registrada en el CT 2 transformador 5.

Se puede observar en la gráfica como las curvas de intensidades están prácticamente superpuestas, salvo la fase 3. Se recomienda que **si se instalara un equipo monofásico, se realizara la conexión en esta fase.**



## 2.2.6 Mediciones en el CT 3 o Rápidos-transformador 6

### 2.2.6.1 Potencia activa y consumo residual.

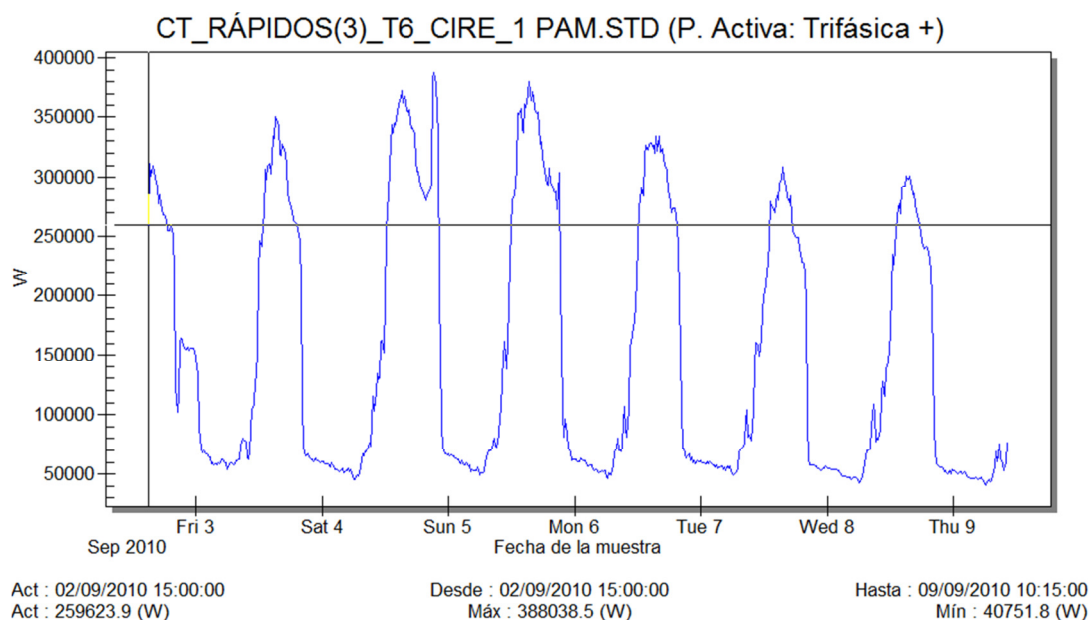


Figura CAR. 46. Valores de potencia activa registrados en CT 3 transformador 6.

CT 3 - T6	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	388	40,75

Tabla CAR. 24. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 3 transformador 6.

Los valores de potencia activa registrados durante la medición dan una idea del estado de carga en cada momento. Del análisis de la gráfica pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- La gráfica muestra claramente los periodos de funcionamiento (horario de apertura).
- El pico de potencia fue de 338 kW registrado el 4 de septiembre de 2010, sábado, a las 21:15.
- El punto más bajo de potencia fue el día 9 de septiembre, jueves, a las 6:15.
- En esta instalación existe una potencia residual, fuera del horario de apertura al público, por encima de 40 kW.

2.2.6.2 Fluctuaciones de la señal de tensión.

Tensiones promedio registradas

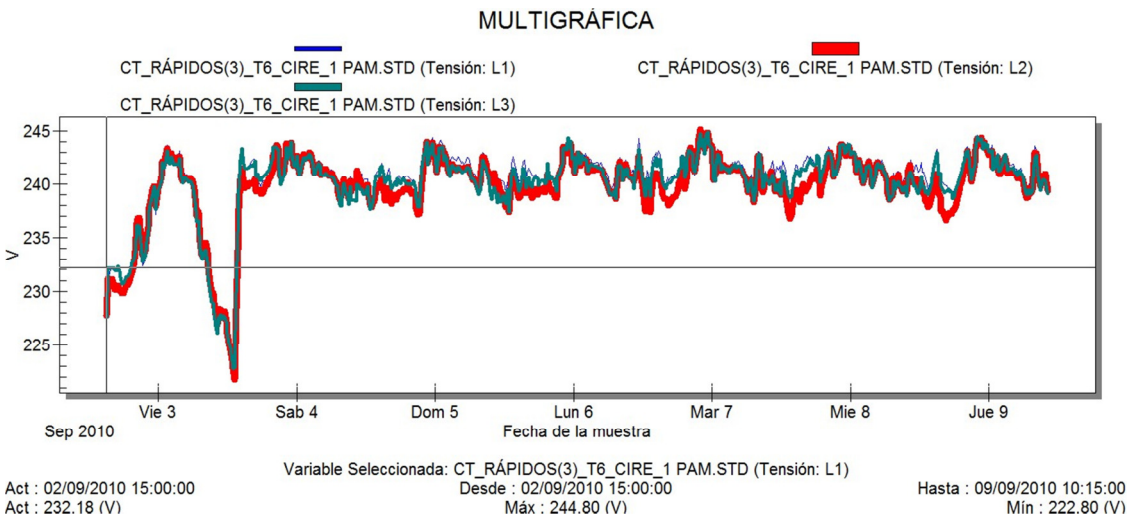


Figura CAR. 47. Tensiones promedio registradas en el CT 3 transformador 6.

La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada. El hecho de tener una tensión tan elevada origina excesos en los consumos y mal funcionamiento en los equipos conectados a la instalación, hasta el punto que puede llegar a estropearlos. También se puede observar un hecho anómalo de relativa importancia que sucedió en los primeros días de septiembre, la gran bajada de tensión que comienza durante las madrugadas hasta el mediodía, donde vuelve a repuntar, convirtiéndose en un hecho cíclico durante los primeros días de septiembre. **Esta anomalía es responsabilidad de la empresa distribuidora de energía eléctrica.** Sin embargo, este descenso no provocó una tensión de alimentación por debajo de la normativa aplicable. Esta normativa aplicable es el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  del valor normalizado de 230V. (Máximo: 246 V y mínimo: 214 V). Por tanto, según las gráficas anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	244,9	246	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	222,45	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 25. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 3 transformador 6.

2.2.6.3 Fluctuaciones de la frecuencia de red.

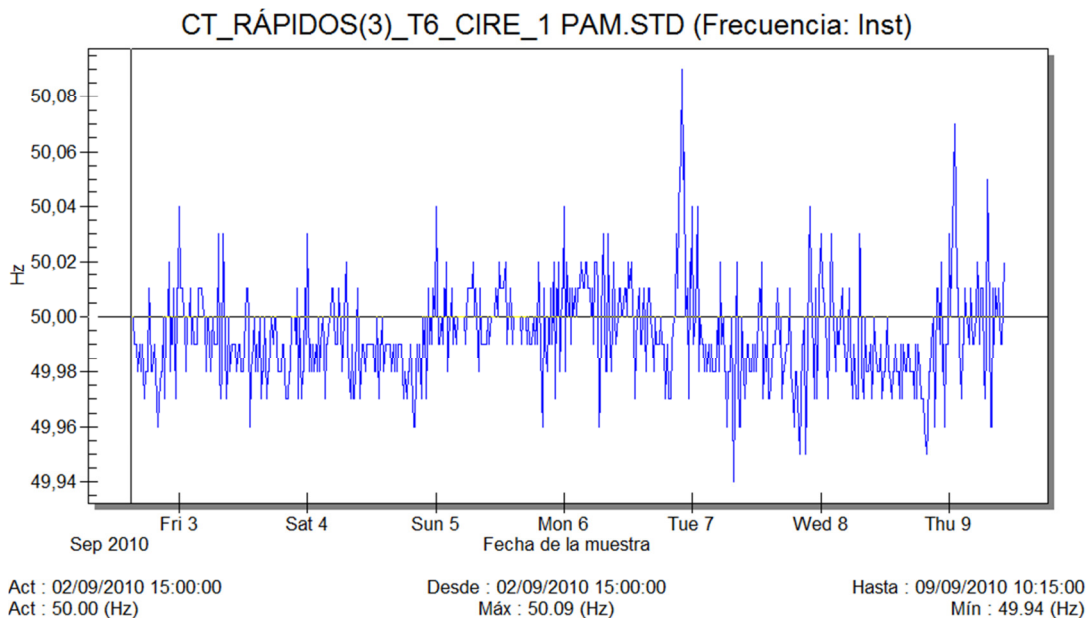


Figura CAR. 48. Valores de frecuencia de red registrados en el CT 3 transformador 6.

En cuanto a la frecuencia de la señal de alimentación, la norma UNE-EN 50.160 (de obligado cumplimiento según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre), exige que los valores se mantengan entre 49,5 y 50,5 Hz durante el 95% de la semana (o periodo de medida) y entre 47 y 52 Hz durante el 100% de la semana (o periodo de medida). Por tanto, según la grafica anterior, se deduce lo siguiente:

FRECUENCIA	VALORES REGISTRADOS (Hz)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (Hz)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	50,09	52	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	49,94	47	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 26. Datos de las fluctuaciones de frecuencia registradas en el CT 3 transformador 6.

Los valores de la frecuencia registrados presentan muy poca variación respecto a la frecuencia nominal de 50 Hz, **cumpliendo así con la normativa indicada.**

### 2.2.6.4 Factor de potencia. Fluctuación de la potencia reactiva.

#### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

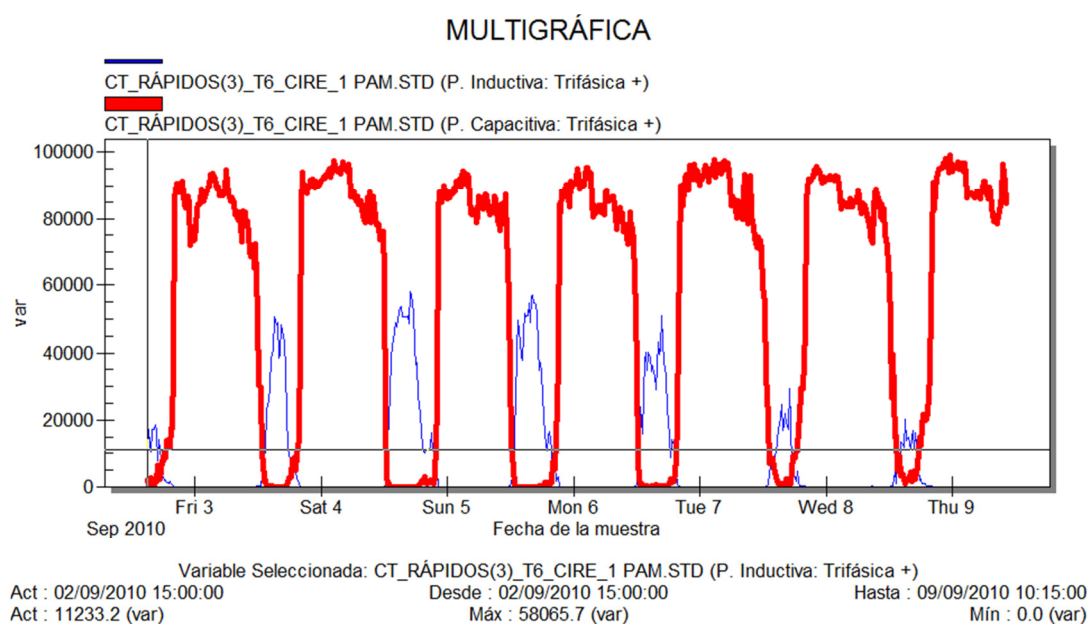


Figura CAR. 49. Potencia capacitiva registrada en el CT 3 transformador 6.

#### Coseno de fi

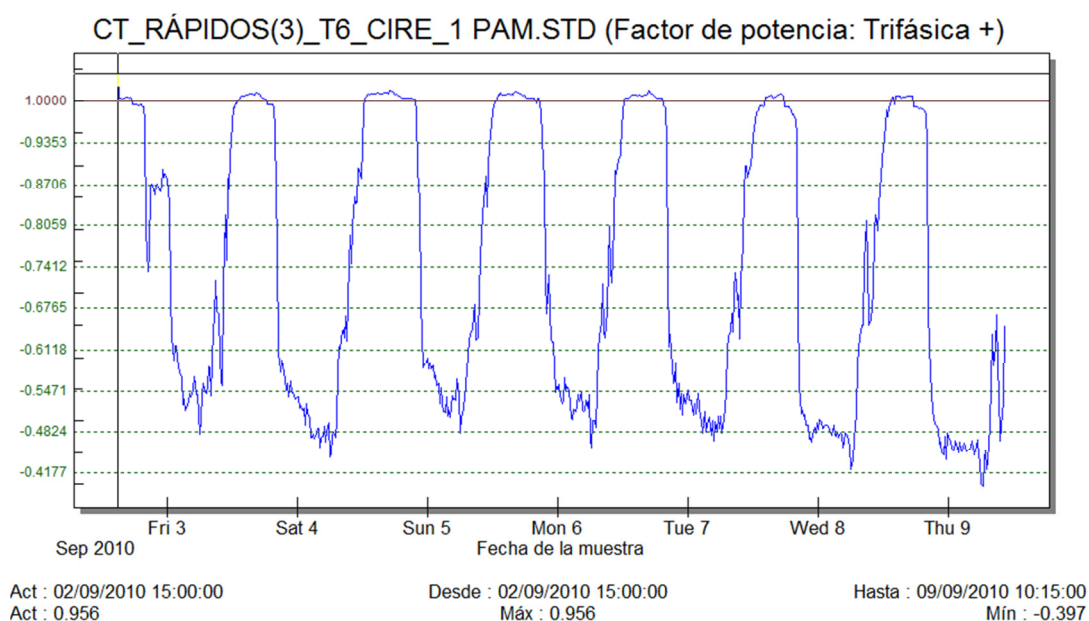


Figura CAR. 50. Coseno de fi registrado en el CT 3 transformador 6.

Se puede observar en la gráfica que la batería de condensadores está **sobredimensionada**,

**no ajustándose en ningún momento a las necesidades de la instalación**, ya que durante periodos donde la demanda de energía reactiva es pequeña, la batería de condensadores aporte un excesiva energía capacitiva para compensar, provocando unos cosenos de fi negativos, **aumento de tensiones de alimentación, sobreconsumo en los equipos eléctricos** y fomento de averías por trabajar los equipos fuera de las condiciones nominales de fabricación.

2.2.6.5 Tasas de distorsión armónica.

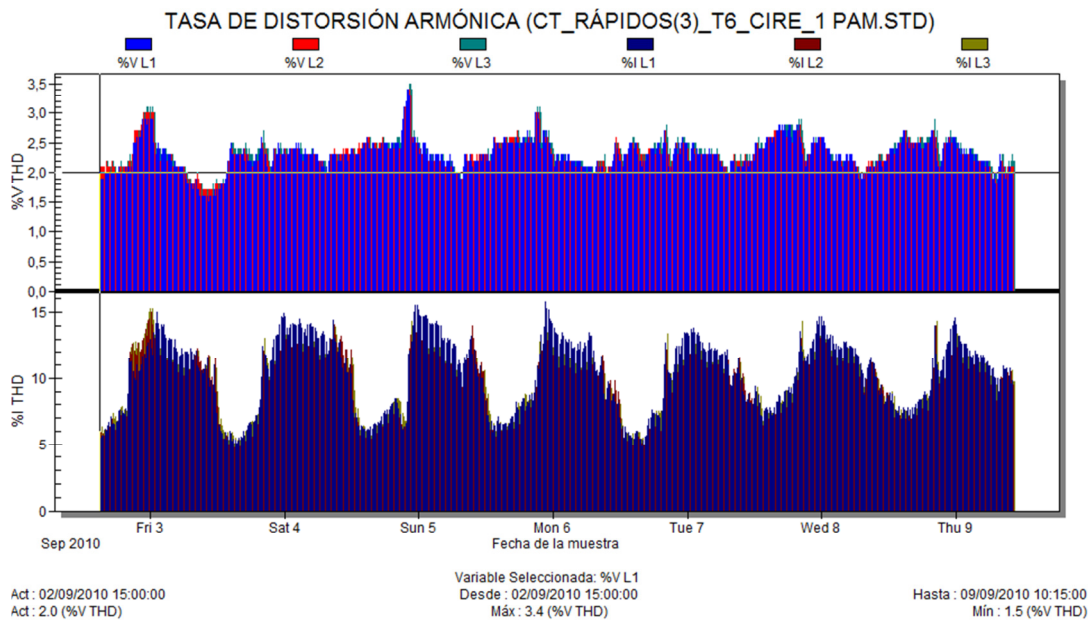


Figura CAR. 51. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 3 transformador 6.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	3,4	1,5	3,0	NO CUMPLE
%V L2	3,4	1,7	3,0	NO CUMPLE
%V L3	3,5	1,7	3,0	NO CUMPLE
% IL1	15,8	4,8	30,0	SÍ CUMPLE
% IL2	15	4,4	30,0	SÍ CUMPLE
% IL3	15,3	5	30,0	SÍ CUMPLE

Tabla CAR. 27. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 3 transformador 6.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, **los armónicos de tensión superan los márgenes recomendados por la citada norma**, sin embargo, son pocos los instantes que ocurre este exceso y de poca envergadura, por tanto, **no es preocupante**.

### 2.2.6.6 Equilibrado de fases.

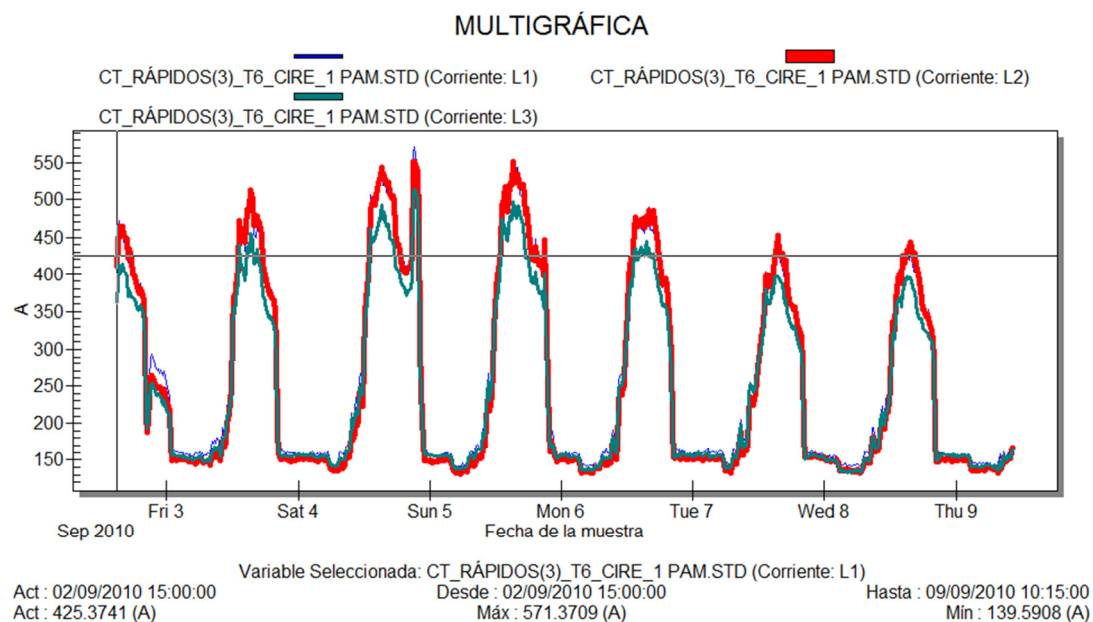


Figura CAR. 52. Intensidad por fase registrada en el CT 3 transformador 6.

Se puede observar en la gráfica como las curvas de intensidades están prácticamente superpuestas, salvo la fase 3 que es algo inferior al resto. Se recomienda que **si se instalara algún equipo monofásico, que se realizara la conexión a la citada fase.**

## 2.2.7 Mediciones en el CT 3 o Rápidos-transformador 7

### 2.2.7.1 Potencia activa y consumo residual.

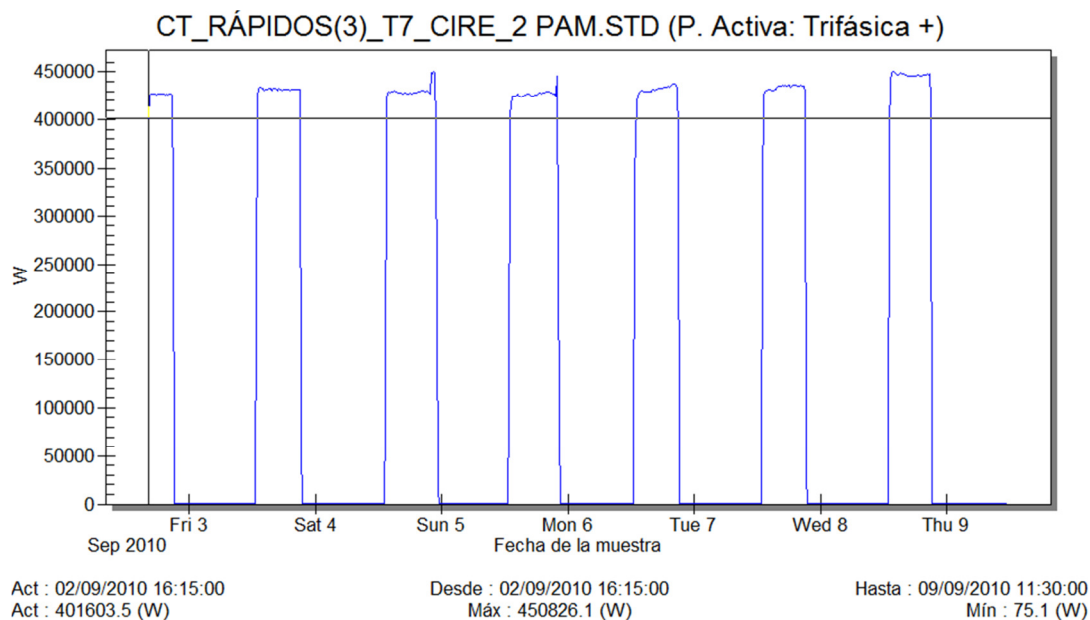


Figura CAR. 53. Valores de potencia activa registrados en CT 3 transformador 6.

CT 3 - T7	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	450,83	0,07

Tabla CAR. 28. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 3 transformador 7.

Los valores de potencia activa registrados durante la medición dan una idea del estado de carga en cada momento. Del análisis de la gráfica pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- La gráfica muestra claramente los periodos de funcionamiento (horario de apertura).
- El pico de potencia fue de 450 kW registrado el 8 de septiembre de 2010, miércoles, a las 13:45.
- El punto más bajo de potencia fue el día 7 de septiembre, martes, a las 7:15.
- En esta instalación no existe una potencia residual fuera del horario de apertura al público.

2.2.7.2 Fluctuaciones de la señal de tensión.

Tensiones promedio registradas

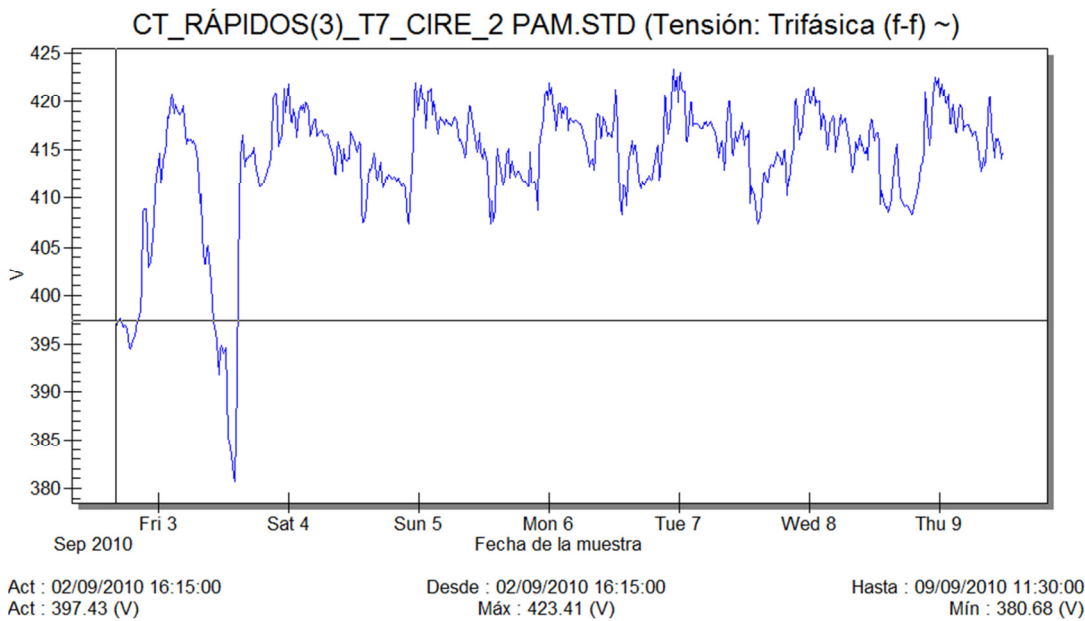


Figura CAR. 54. Tensiones promedio registradas en el CT 3 transformador 7.

**La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada.** El hecho de tener una tensión tan elevada origina excesos en los consumos y mal funcionamiento en los equipos conectados a la instalación, hasta el punto que puede llegar a estropearlos. También se puede observar un hecho anómalo de relativa importancia que sucedió en los primeros días de septiembre, la gran bajada de tensión que comienza durante las madrugadas hasta el mediodía, donde vuelve a repuntar, convirtiéndose en un hecho cíclico durante los primeros días de septiembre. **Esta anomalía es responsabilidad de la empresa distribuidora de energía eléctrica.** Sin embargo, este descenso no provocó una tensión de alimentación por debajo de la normativa aplicable. Esta normativa aplicable es el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  del valor normalizado de 230V. (Máximo: 246 V y mínimo: 214 V). Por tanto, según las graficas anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	244,48	246	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	219,76	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 29. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 3 transformador 7.



2.2.7.3 Fluctuaciones de la frecuencia de red.

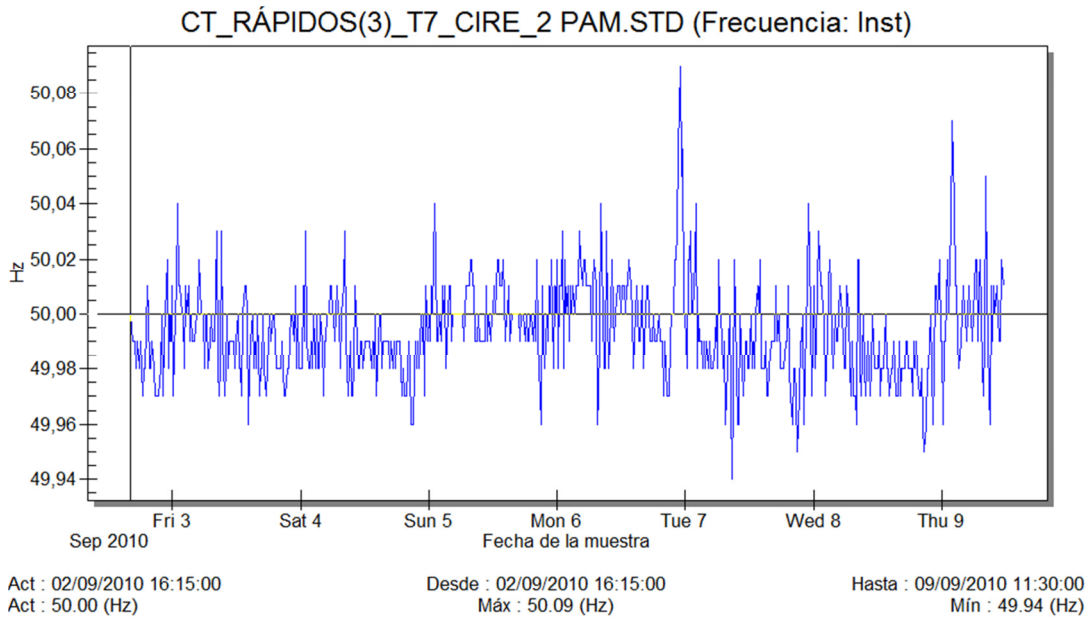


Figura CAR. 55. Valores de frecuencia de red registrados en el CT 3 transformador 7.

En cuanto a la frecuencia de la señal de alimentación, la norma UNE-EN 50.160 (de obligado cumplimiento según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre), exige que los valores se mantengan entre 49,5 y 50,5 Hz durante el 95% de la semana (o periodo de medida) y entre 47 y 52 Hz durante el 100% de la semana (o periodo de medida). Por tanto, según la gráfica anterior, se deduce lo siguiente:

FRECUENCIA	VALORES REGISTRADOS (Hz)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (Hz)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	50,09	52	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	49,94	47	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 30. Datos de las fluctuaciones de frecuencia registradas en el CT 3 transformador 7.

Los valores de la frecuencia registrados presentan muy poca variación respecto a la frecuencia nominal de 50 Hz, **cumpliendo así con la normativa indicada.**

#### 2.2.7.4 Factor de potencia. Fluctuación de la potencia reactiva.

##### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

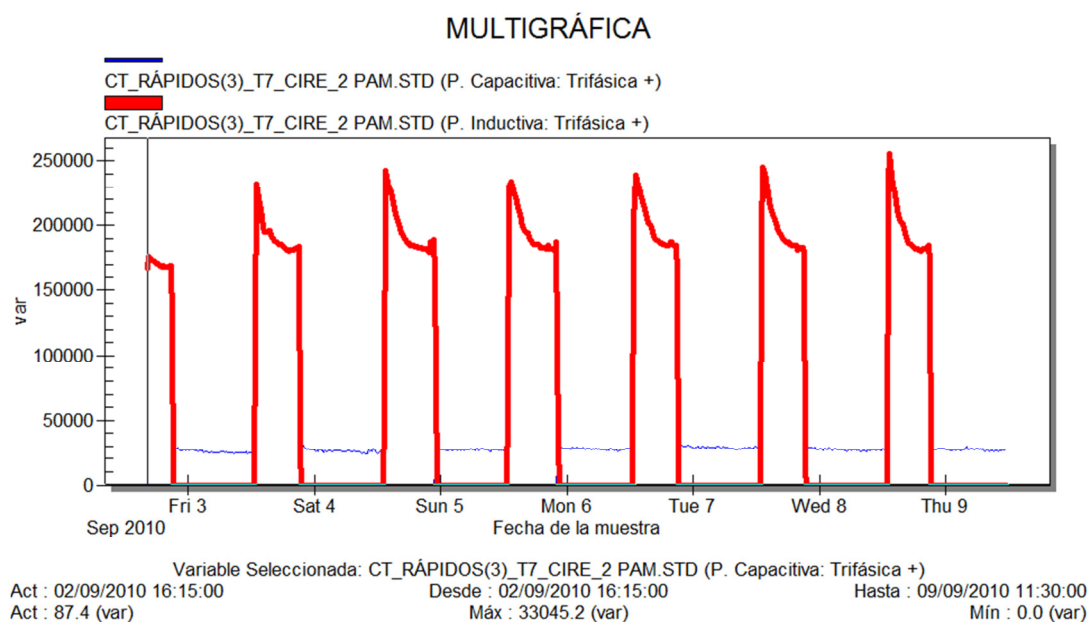


Figura CAR. 56. Potencia capacitiva registrada en el CT 3 transformador 7.

##### Coseno de fi

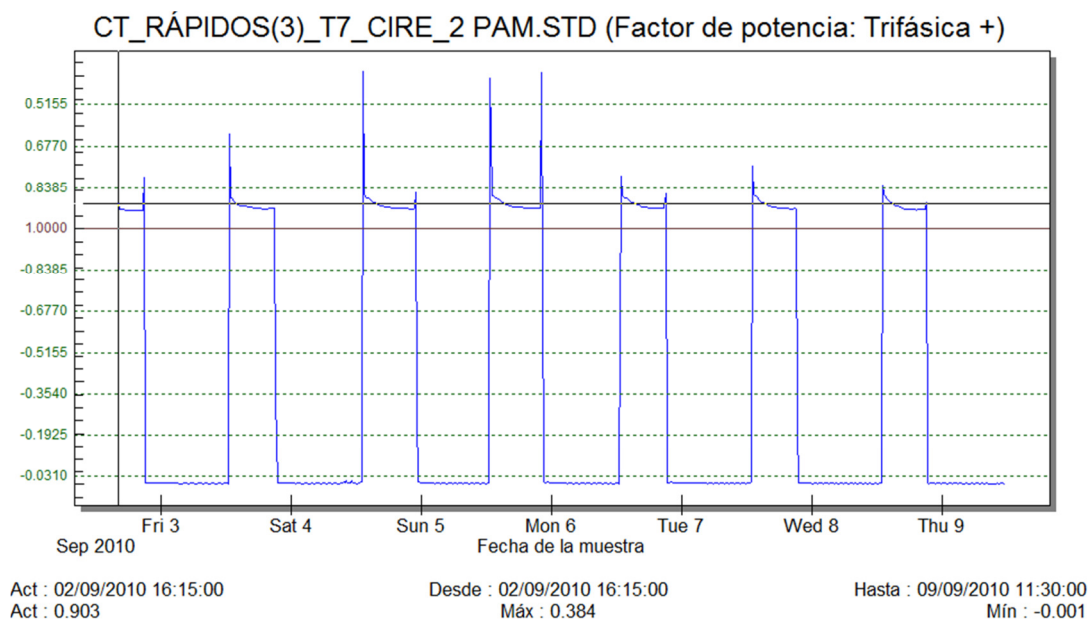


Tabla CAR. 31. Coseno de fi registrado en el CT 3 transformador 7.

Se puede observar en la gráfica que la batería de condensadores instalada **no está correctamente dimensionada** ya que durante el horario con consumo prácticamente nulo, la batería continúa inyectando energía capacitiva. Además, cuando los equipos comienzan a consumir energía eléctrica, la batería de condensadores no es capaz de compensar la energía reactiva que demandan, lo que provoca que el coseno de fi durante estos periodos esté por debajo de 0,95.

2.2.7.5 Tasas de distorsión armónica.

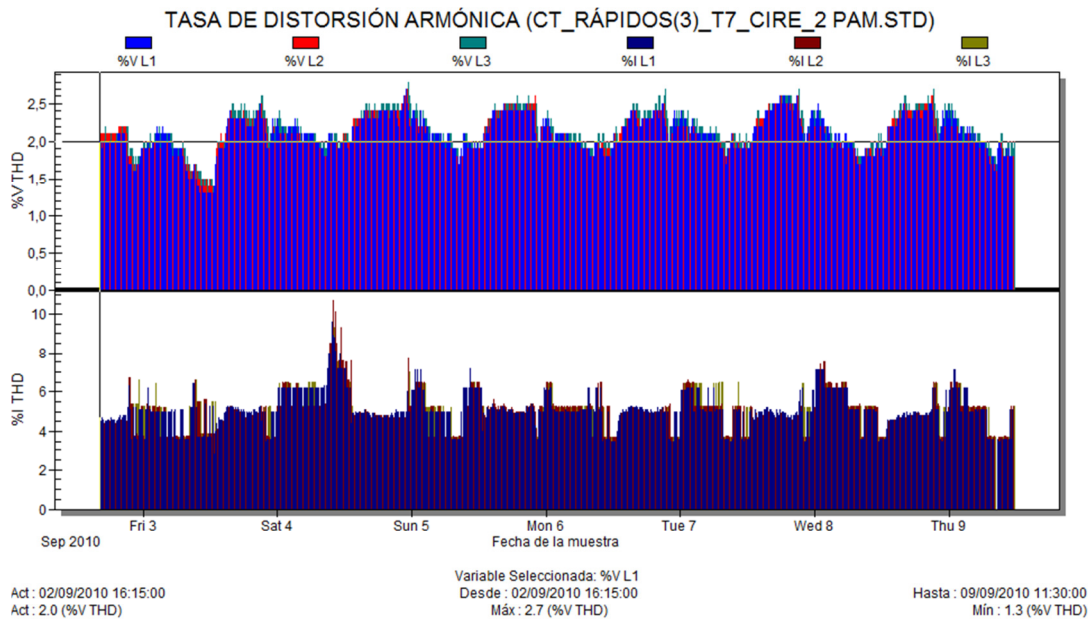


Figura CAR. 57. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 3 transformador 7.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	2,7	1,3	3,0	SÍ CUMPLE
%V L2	2,7	1,4	3,0	SÍ CUMPLE
%V L3	2,8	1,4	3,0	SÍ CUMPLE
% IL1	9,6	0	30,0	SÍ CUMPLE
% IL2	10,7	0	30,0	SÍ CUMPLE
% IL3	9,3	0	30,0	SÍ CUMPLE

Tabla CAR. 32. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 3 transformador 7.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, los **armónicos están dentro del rango recomendado por la citada norma.**

## 2.2.7.6 Equilibrado de fases.

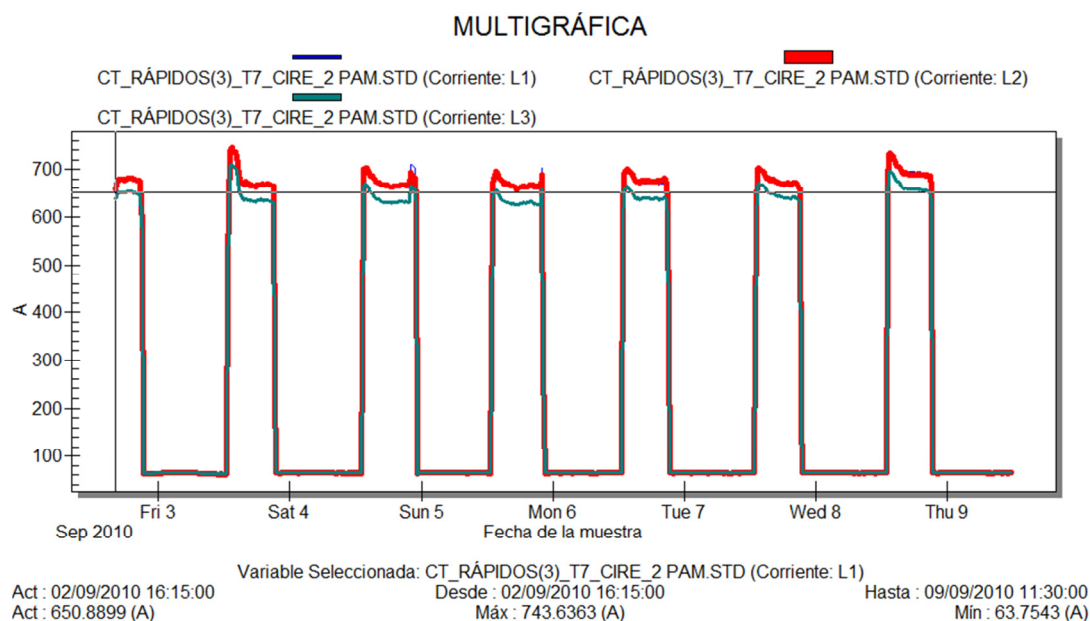


Figura CAR. 58. Intensidad por fase registrada en el CT 3 transformador 7.

Se puede observar en la gráfica como las curvas de intensidades están prácticamente superpuestas, salvo la fase 3 que es algo inferior. Se recomienda que **si se instalara algún equipo monofásico, se conexionara a la mencionada fase.**

## 2.2.8 Mediciones en el CT 6 o Tornado-transformador 1

### 2.2.8.1 Potencia activa y consumo residual.

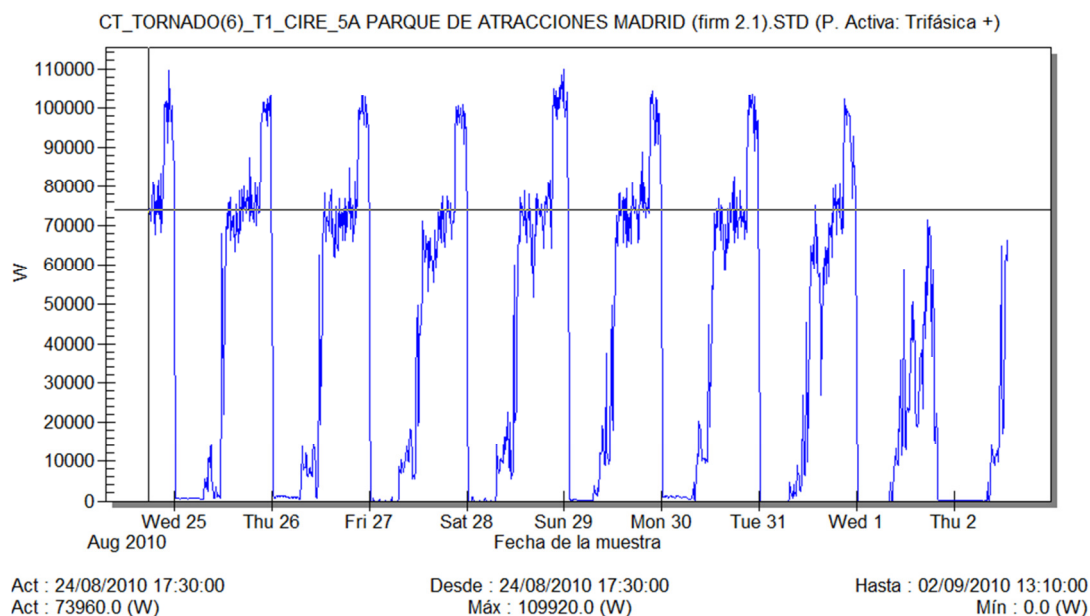


Figura CAR. 59. Valores de potencia activa registrados en CT 6 transformador 1.

CT 6 - T1	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	109,92	0,00

Tabla CAR. 33. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 6 transformador 1.

Los valores de potencia activa registrados durante la medición dan una idea del estado de carga en cada momento. Del análisis de la gráfica pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- La gráfica muestra claramente los periodos de funcionamiento (horario de apertura).
- El pico de potencia fue de casi 110 kW registrado el 28 de agosto de 2010, domingo, a las 23:50.
- El punto más bajo de potencia fue el día 2 de septiembre, martes, a las 7:10.
- En esta instalación no existe una potencia residual fuera del horario de apertura al público.

### 2.2.8.2 Fluctuaciones de la señal de tensión.

#### Tensiones promedio registradas

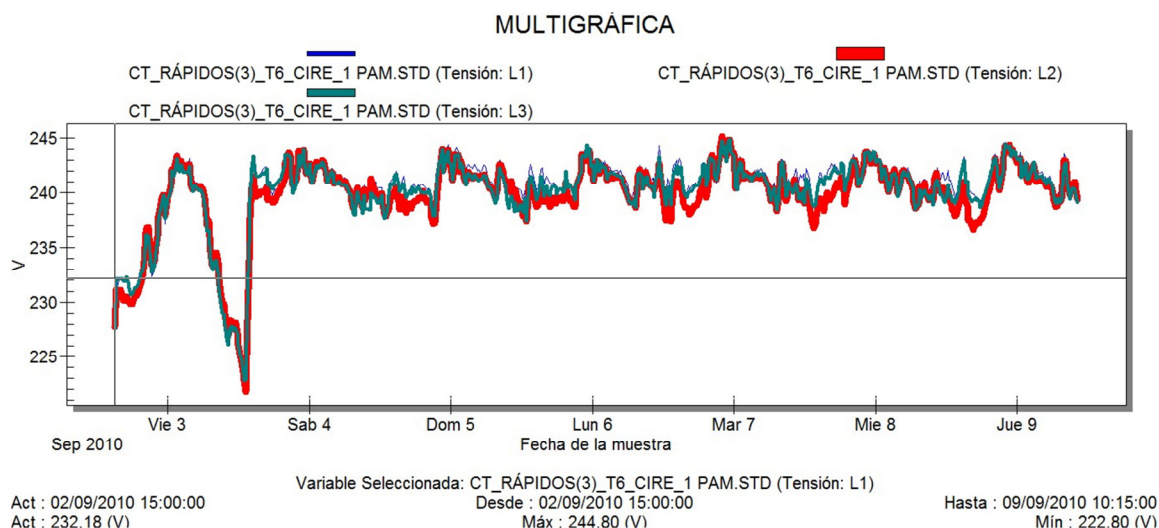


Figura CAR. 60. Tensiones promedio registradas en el CT 6 transformador 1.

**La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada.** El hecho de tener una tensión tan elevada origina excesos en los consumos y mal funcionamiento en los equipos conectados a la instalación, hasta el punto que puede llegar a estropearlos. También se puede observar un hecho anómalo de relativa importancia, la gran bajada de tensión que comienza durante la madrugada del miércoles, a partir de las 6 de la mañana, y finaliza a las 16:30 horas, comenzando a subir la tensión de suministro; sin embargo, se vuelve a reproducir dicha anomalía en la siguiente madrugada. **Esta anomalía es responsabilidad de la empresa distribuidora de energía eléctrica.** Sin embargo, este descenso no provocó una tensión de alimentación por debajo de la normativa aplicable. Esta normativa aplicable es el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  del valor normalizado de 230V. (Máximo: 246 V y mínimo: 214 V). Por tanto, según las gráficas anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	238,69	246	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	224,8	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 34. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 6 transformador 1.

2.2.8.3 Fluctuaciones de la frecuencia de red.

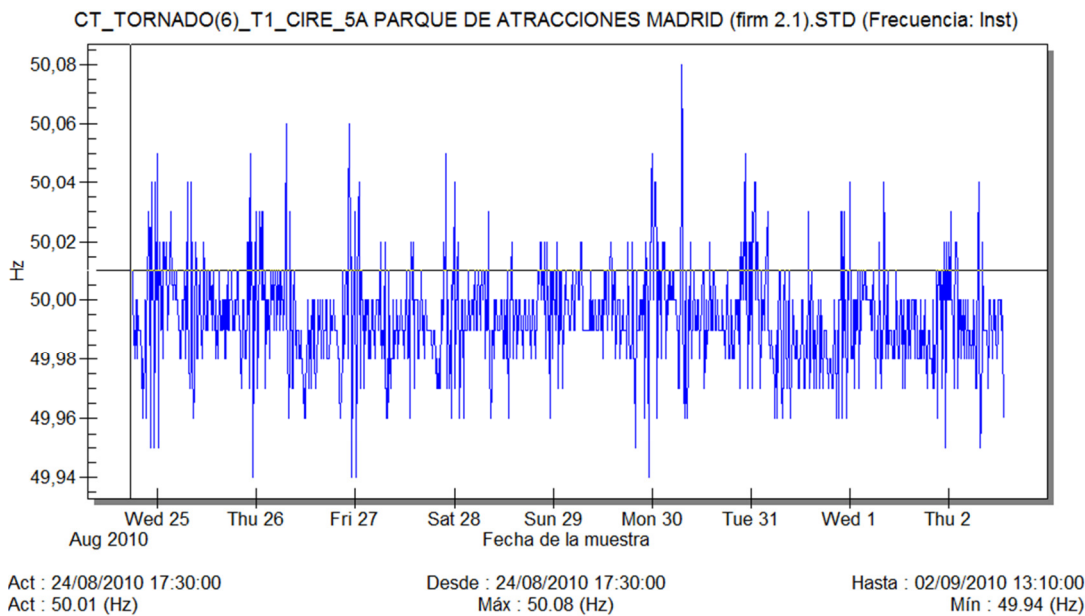


Figura CAR. 61. Valores de frecuencia de red registrados en el CT 6 transformador 1.

En cuanto a la frecuencia de la señal de alimentación, la norma UNE-EN 50.160 (de obligado cumplimiento según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre), exige que los valores se mantengan entre 49,5 y 50,5 Hz durante el 95% de la semana (o periodo de medida) y entre 47 y 52 Hz durante el 100% de la semana (o periodo de medida). Por tanto, según la gráfica anterior, se deduce lo siguiente:

FRECUENCIA	VALORES REGISTRADOS (Hz)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (Hz)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	50,09	52	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	49,94	47	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 35. Datos de las fluctuaciones de frecuencia registradas en el CT 6 transformador 1.

Los valores de la frecuencia registrados presentan muy poca variación respecto a la frecuencia nominal de 50 Hz, **cumpliendo así con la normativa indicada.**

### 2.2.8.4 Factor de potencia. Fluctuación de la potencia reactiva.

#### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

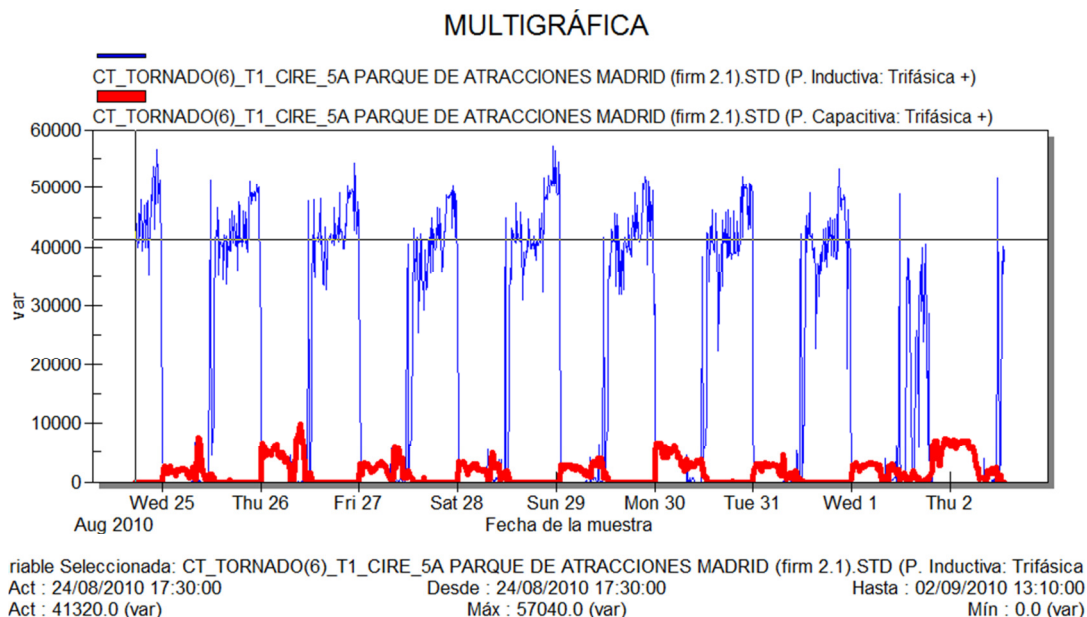


Figura CAR. 62. Potencia capacitiva registrada en el CT 6 transformador 1.

#### Coseno de fi

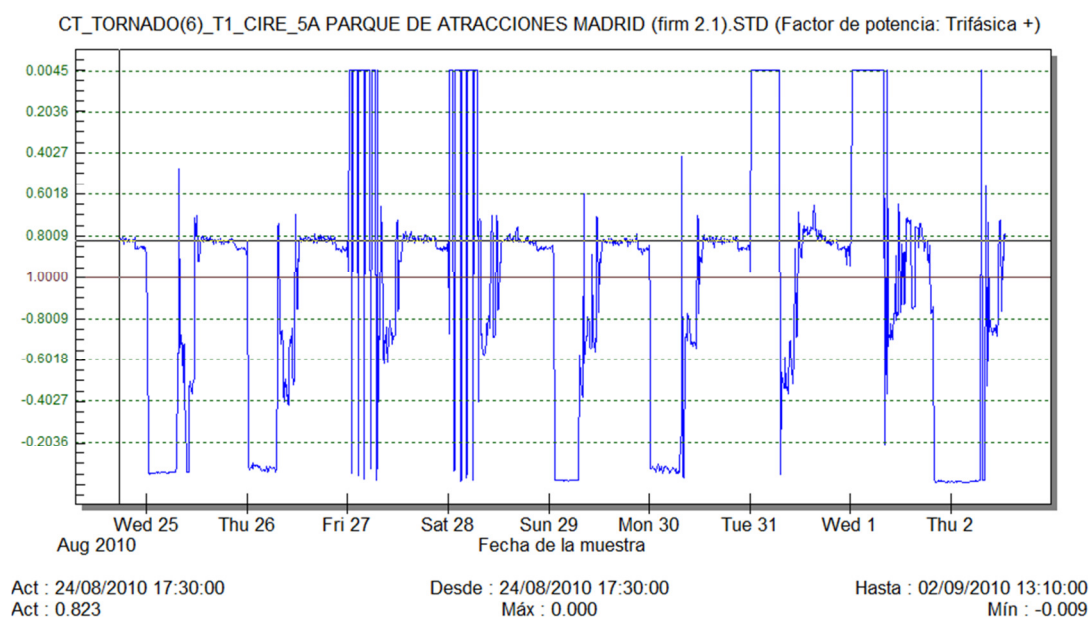


Tabla CAR. 36. Coseno de fi registrado en el CT 6 transformador 1.

Se puede observar en la gráfica que **la batería de condensadores instalada no está correctamente dimensionada** ya que durante el horario con consumo prácticamente nulo, la batería continúa inyectando energía capacitiva. Además, cuando los equipos comienzan a consumir energía eléctrica, la batería de condensadores no es capaz de compensar la energía reactiva que demandan, lo que provoca que el coseno de fi durante estos periodos esté por debajo de 0,95.



2.2.8.5 Tasas de distorsión armónica.

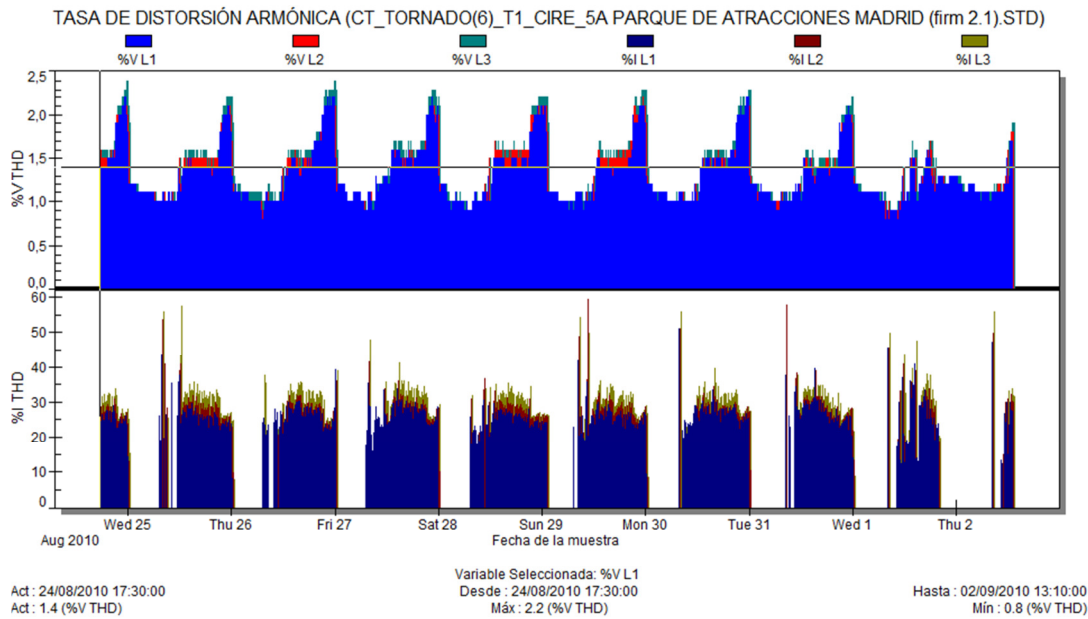


Figura CAR. 63. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 6 transformador 1.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	2,2	0,8	3,0	SÍ CUMPLE
%V L2	2,2	0,8	3,0	SÍ CUMPLE
%V L3	2,4	0,8	3,0	SÍ CUMPLE
% I L1	51,2	0	30,0	NO CUMPLE
% I L2	59,5	0	30,0	NO CUMPLE
% I L3	57,5	0	30,0	NO CUMPLE

Tabla CAR. 37. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 6 transformador 1.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, **los armónicos de intensidad están fuera de los rangos recomendados por la citada norma**. Esto puede repercutir en que dañe a la batería de condensadores, para que esto no ocurra sería necesaria la instalación de filtros de armónicos.

## 2.2.8.6 Equilibrado de fases.

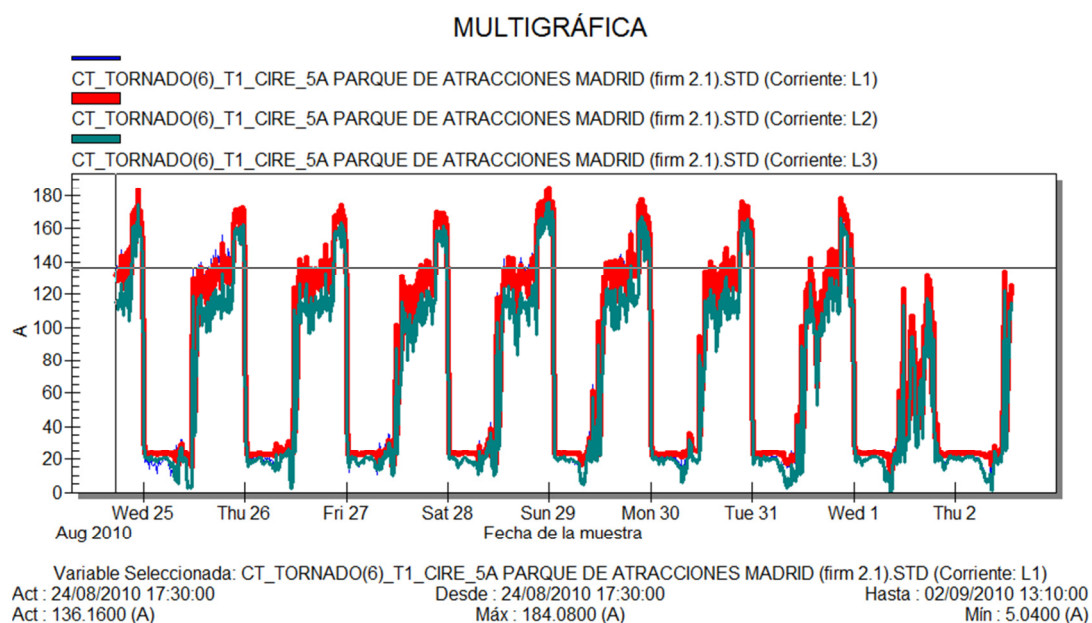


Figura CAR. 64. Intensidad por fase registrada en el CT 6 transformador 1.

Se puede observar en la gráfica como las curvas de intensidades están prácticamente superpuestas, salvo la fase 3. Se recomienda que **si se instalara algún equipo monofásico que se conexonara en la intensidad de la fase 3.**

## 2.2.9 Mediciones en el CT 6 o Tornado-transformador 2

### 2.2.9.1 Potencia activa y consumo residual.

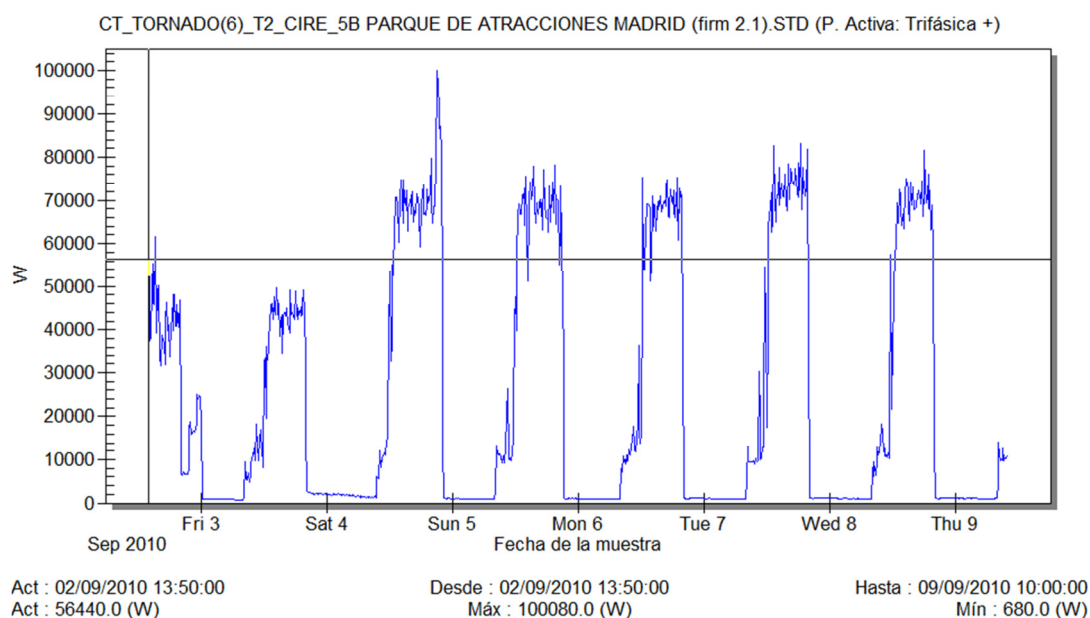


Figura CAR. 65. Valores de potencia activa registrados en CT 6 transformador 2.

CT 6 - T2	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	100	0,68

Tabla CAR. 38. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 6 transformador 2.

Los valores de potencia activa registrados durante la medición dan una idea del estado de carga en cada momento. Del análisis de la gráfica pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- La gráfica muestra claramente los periodos de funcionamiento (horario de apertura).
- El pico de potencia fue de 450 kW registrado el 4 de septiembre de 2010, miércoles, a las 21:00.
- El punto más bajo de potencia fue el día 3 de septiembre, martes, a las 7:50.
- En esta instalación no existe una potencia residual fuera del horario de apertura al público.

### 2.2.9.2 Fluctuaciones de la señal de tensión.

#### Tensiones promedio registradas

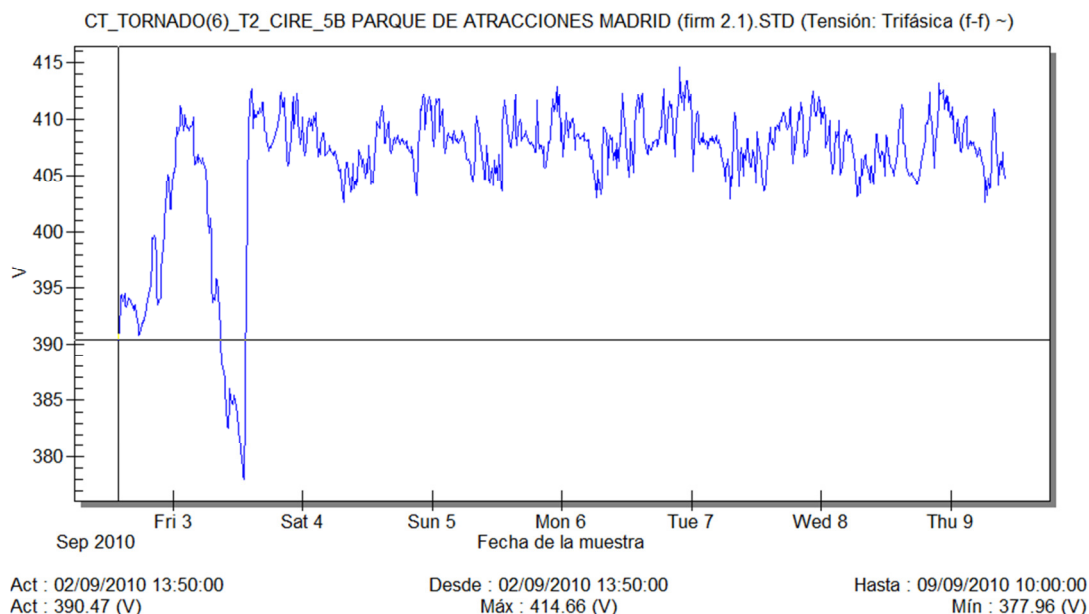


Figura CAR. 66. Tensiones promedio registradas en el CT 6 transformador 2.

**La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada.** El hecho de tener una tensión tan elevada origina excesos en los consumos y mal funcionamiento en los equipos conectados a la instalación, hasta el punto que puede llegar a estropearlos. También se puede observar un hecho anómalo de relativa importancia que sucedió en los primeros días de septiembre, la gran bajada de tensión que comienza durante las madrugadas hasta el mediodía, donde vuelve a repuntar, convirtiéndose en un hecho cíclico durante los primeros días de septiembre. **Esta anomalía es responsabilidad de la empresa distribuidora de energía eléctrica.** Sin embargo, este descenso no provocó una tensión de alimentación por debajo de la normativa aplicable. Esta normativa aplicable es el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  del valor normalizado de 230V. (Máximo: 246 V y mínimo: 214 V). Por tanto, según las gráficas anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	239,38	246	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	218,19	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 39. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 6 transformador 2.

2.2.9.3 Fluctuaciones de la frecuencia de red.

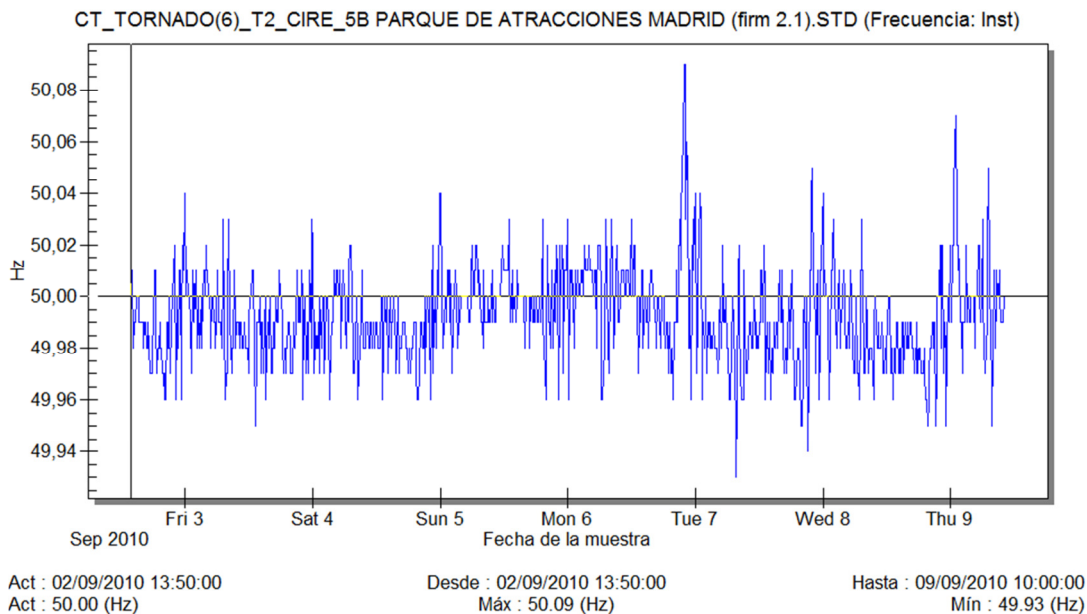


Figura CAR. 67. Valores de frecuencia de red registrados en el CT 6 transformador 2.

En cuanto a la frecuencia de la señal de alimentación, la norma UNE-EN 50.160 (de obligado cumplimiento según R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre), exige que los valores se mantengan entre 49,5 y 50,5 Hz durante el 95% de la semana (o periodo de medida) y entre 47 y 52 Hz durante el 100% de la semana (o periodo de medida). Por tanto, según la gráfica anterior, se deduce lo siguiente:

FRECUENCIA	VALORES REGISTRADOS (Hz)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (Hz)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	50,09	52	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	49,93	47	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 40. Datos de las fluctuaciones de frecuencia registradas en el CT 6 transformador 2.

Los valores de la frecuencia registrados presentan muy poca variación respecto a la frecuencia nominal de 50 Hz, **cumpliendo así con la normativa indicada.**

### 2.2.9.4 Factor de potencia. Fluctuación de la potencia reactiva.

#### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

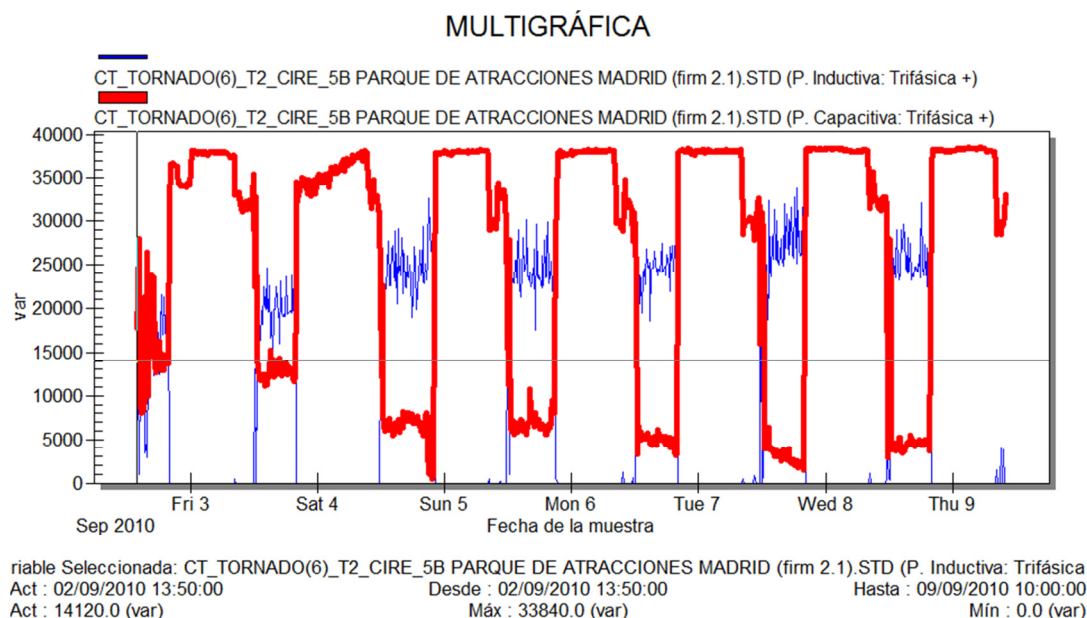


Figura CAR. 68. Potencia capacitiva registrada en el CT 6 transformador 2.

#### Coseno de fi

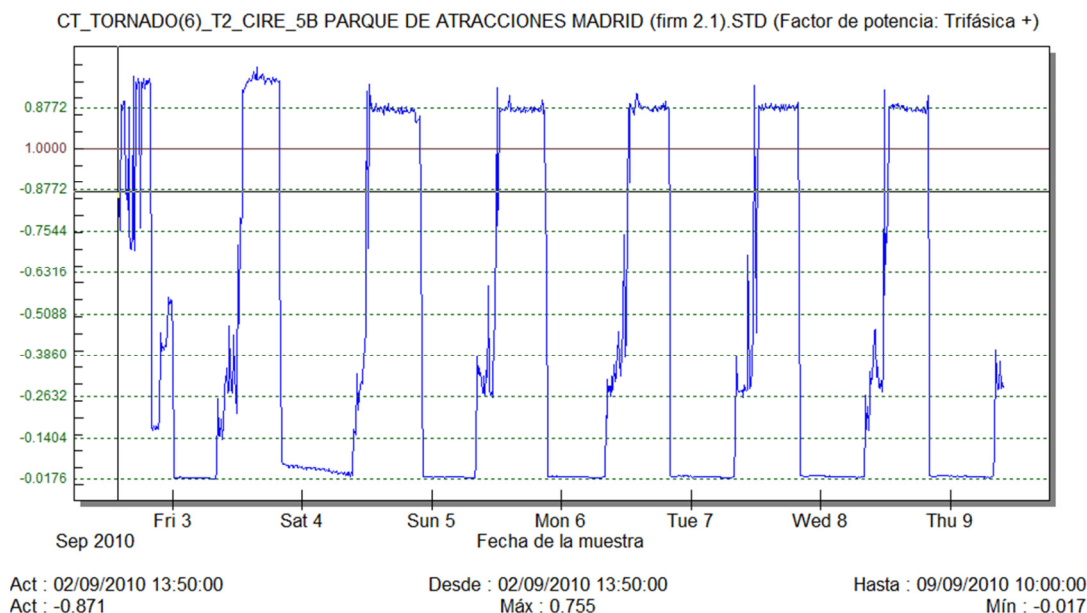


Tabla CAR. 41. Coseno de fi registrado en el CT 6 transformador 2.

Se puede observar en la gráfica que **la batería de condensadores instalada no está correctamente dimensionada** ya que durante la mayor parte del horario de apertura al público, la batería es insuficiente para compensar la energía reactiva de la instalación conectada a este transformador. Sin embargo, cuando la batería puede satisfacer dicha demanda, lo realiza de manera excesiva. Además, fuera del horario de apertura al público, continúa inyectando una

gran cantidad de energía capacitiva, debido a un escalonamiento fijo de la batería, el cual, se demuestra que es innecesario. Este exceso de energía capacitiva inyectada repercute en una **sobretensión** de alimentación a los equipos eléctricos provocándoles que trabajen **consumiendo más energía de la necesaria** y fomentando la aparición de averías por trabajar en condiciones más exigentes que las de diseño.

2.2.9.5 Tasas de distorsión armónica.

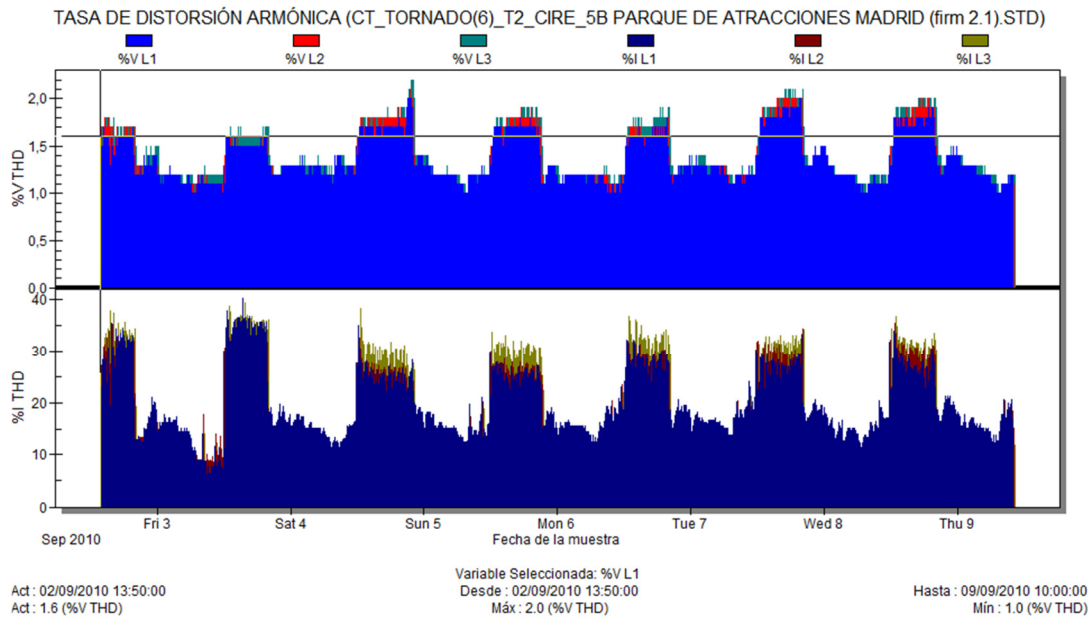


Figura CAR. 69. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 6 transformador 2.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	2	1	3,0	SÍ CUMPLE
%V L2	2,1	0,9	3,0	SÍ CUMPLE
%V L3	2,2	1	3,0	SÍ CUMPLE
% IL1	40,3	6,2	30,0	NO CUMPLE
% IL2	35,5	7,6	30,0	NO CUMPLE
% IL3	39,4	5,8	30,0	NO CUMPLE

Tabla CAR. 42. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 6 transformador 2.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, los **armónicos de intensidad están fuera del rango recomendado por la citada norma**. Esto puede repercutir en que dañe a la batería de condensadores, para que esto no ocurra sería necesaria la instalación de filtros de armónicos.



### 2.2.9.6 Equilibrado de fases.

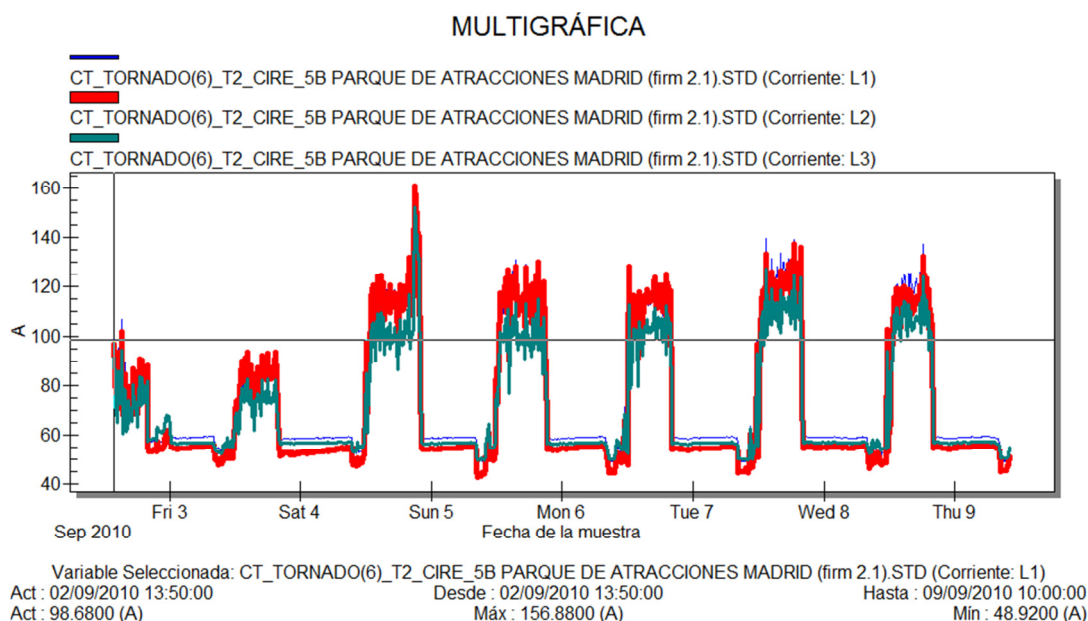


Figura CAR. 70. Intensidad por fase registrada en el CT 6 transformador 2.

Se puede observar en la gráfica como las curvas de intensidades están prácticamente superpuestas, aunque la fase 3 está por debajo de las otras dos fases. Se recomienda que **cualquier equipo monofásico que se instalará, se conexionara a la fase 3.**

A través del estudio realizado en diferentes centros de transformación del parque **se pueden apreciar muchas de las peculiaridades existentes.**

**Lo primero destacable son los datos obtenidos para el transformador denominado T7 del CT3 - Rápidos.** Se observa de forma evidente como **este transformador es totalmente independiente de la Red cerrada del parque, encargándose del suministro exclusivo de la atracción de mismo nombre.** Existe en él un comportamiento totalmente marcado por las horas de funcionamiento de parque, no consumiendo potencia alguna estando el parque cerrado. Este consumo tan específico y lineal de potencia se corresponde al tipo de atracción del que se trata donde independientemente de los clientes diarios, siempre registrará registros similares debido a las bombas necesarias para su funcionamiento. **Esta atracción en caso de quedar fuera de servicio dicho transformador, no podría ser alimentada por ningún otro del parque.**

Independientemente del punto anterior, se puede observar cómo tanto los consumos de potencia, como las tensiones y potencias reactivas de los diferentes centros de transformación siguen patrones prácticamente similares, debido a la peculiaridad de su conexión, si bien, en función de la cercanía a dichos centros de los sistemas consumidores hará que varíen ciertos aspectos como los consumos de reactiva. Se observan potencias residuales en torno a los 30kW perfectamente identificables con el gasto de iluminación y las máquinas vending distribuidas a lo largo del parque.



**Destacar que no existe penalización alguna en concepto de reactiva. Aunque en ciertos centros de transformación aparece potencia reactiva, ésta se ve compensada a nivel global.**

**También cabe destacar una elevada presencia de corrientes armónicas que aunque en principio no llegan a niveles preocupantes, si influirán en el funcionamiento óptimo de las diferentes baterías de condensadores, reduciendo su vida útil.**

**En resumen, se recomienda un estudio más exhaustivo de la distribución eléctrica del parque, identificando realimentaciones a fin de intentar sectorizar los consumos y de esa forma identificar de forma más clara los posibles ahorros, tanto desde el punto de vista energético como a partir de una gestión de mantenimiento predictivo más eficiente.**

### 3 Análisis de las mejoras disponibles

Debido a la compleja red de distribución que presenta el parque resulta complicado en un primer estudio cuantificar las acciones de las medidas propuestas, si bien se exponen a continuación las medidas más importantes a tener en cuenta para mejorar la calidad de la red.

#### 3.1 Compensador de energía reactiva

La mayor parte de cargas industriales (motores, transformadores, alumbrado fluorescente...) absorbe potencia activa y potencia reactiva de tipo inductivo. La potencia reactiva es una potencia puramente fluctuante que absorben y luego devuelven a la red este tipo de cargas, de forma que el consumo neto es cero. Sin embargo, este hecho implica un transporte de mayor energía que la estrictamente necesaria para obtener el trabajo útil, produciendo pérdidas innecesarias en la instalación y obligando a un mayor dimensionado de los generadores y líneas de transporte.

La potencia total absorbida por un receptor se denomina potencia aparente. Una parte de esta potencia aparente produce trabajo útil, la denominada potencia activa. Ambas potencias están relacionadas por el factor de potencia de la instalación y dicha relación puede representarse según el triángulo de potencias siguiente:

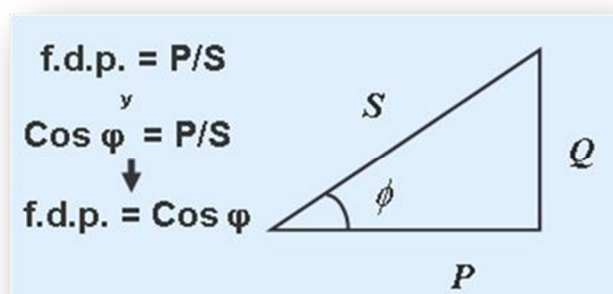


Figura CAR. 71. Triángulo de potencias. Relación entre potencia activa (P), reactiva (Q) y aparente (S).

Existe un doble interés en cuanto a la compensación de energía reactiva: Por un lado el propio usuario se interesa en dicha compensación porque esto supone transformadores y líneas menos dimensionadas. Por otro lado la compañía suministradora tiene interés en eliminar la potencia reactiva por los mismos motivos y por ello establece un recargo sobre los términos de energía reactiva, en función de los factores de potencia medios por periodo de facturación y de la energía reactiva utilizada.

Para evitar este recargo se puede compensar la potencia reactiva inductiva mediante aporte de potencia reactiva capacitiva conectando a la red una serie de condensadores de potencia. De esta manera la potencia reactiva de tipo inductivo puede ser compensada aprovechando la propiedad de los condensadores de suministrar una corriente reactiva de signo contrario a la que consumen las cargas inductivas. Dicha compensación se denomina generalmente “compensación del factor de potencia o corrección del  $\cos \phi$ ”. El objetivo es alcanzar un “ $\cos \phi$ ” global lo más próximo posible a la unidad para evitar en su totalidad o minimizar el recargo en la factura de la compañía eléctrica en concepto de energía reactiva.

La potencia total a compensar se suele fraccionar en varios condensadores que se conectarán en función de las necesidades de las cargas, bajo el control de un regulador que actúa en función del factor de potencia; este sistema se conoce como “batería de condensadores”. De esta manera se compensa la energía reactiva necesaria en cada momento, ya que una sobrecompensación produciría perturbaciones en la red de suministro o transporte junto con una perjudicial subida de la tensión de la instalación.



Figura CAR. 72. Baterías de condensadores existentes en el mercado

A continuación se detalla gráficamente el efecto de un compensador de energía reactiva en el triángulo de potencias:

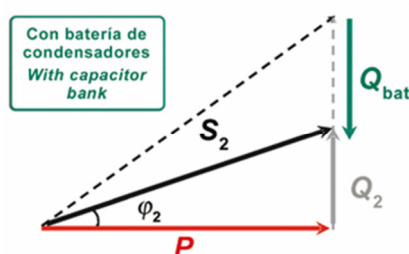


Figura CAR. 73. Muestra de la actuación de la batería de condensadores sobre la potencia de la carga.

La potencia aparente demandada disminuye, por lo tanto disminuye el gasto energético y económico.

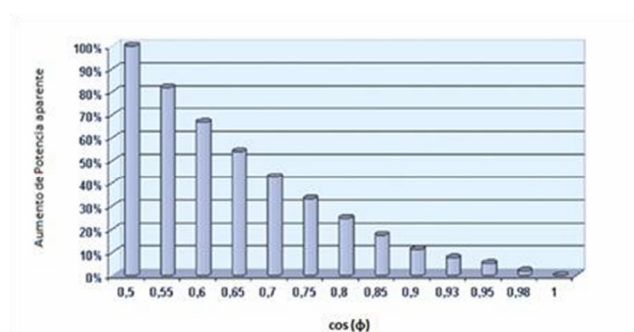


Figura CAR. 74. Relación entre  $\cos(\phi)$  el aumento de la potencia aparente demandada.

Tal y como se aprecia en la gráfica, el aumento del  $\cos(\varphi)$ , conlleva una disminución exponencial de la potencia aparente demandada (kVA).

La compensación de energía reactiva comporta ventajas técnicas y económicas. Las ventajas técnicas son:

- Aumento de la capacidad de las líneas y transformadores.
- Mejora de la tensión de red y reducción de las caídas de tensión.
- Disminución de pérdidas.

Y en cuanto a las ventajas económicas:

- Reducción del precio de los términos de potencia y de energía.
- Reducción de la potencia que demanda el sistema.

**Tal y como se ha visto reflejado en las gráficas anteriores y a partir de los datos de consumos que se pueden verse en el apartado de optimización tarifaria, a pesar de que en varios centros de transformación aparece suficiente potencia reactiva como para llevar el coseno de  $\phi$  por debajo del umbral de 0.95 a partir del cual empezaría la compañía a penalizar en concepto de reactiva, durante el ejercicio del 2010 no existió tal penalización. Esto se debe a la sobrecompensación presente en alguno de ellos que es suficiente para cubrir las necesidades del resto, por lo que no se aconseja la implantación de mejoras en este aspecto, si bien se recomendaría llevar un control de la reactiva producida en el parque a fin de detectar posibles anomalías en los compensadores que podrían llegar a producirse debido al estado de las instalaciones.**

### 3.2 Filtrado de armónicos

Si bien esta no se trata de medida que se vaya a ver reflejada en un ahorro económico debería tenerse en cuenta, principalmente de cara a la protección de los compensadores de energía reactiva.

Los armónicos son corrientes que circulan por la red a altas frecuencias múltiplos de la frecuencia original. Estas altas frecuencias se derivarán principalmente por donde el sistema les imponga menos resistencia, que en este caso serían los condensadores que forman los distintos compensadores, provocándoles reducciones drásticas de su vida útil.

Debido al estado en el que se encuentran las instalaciones presentes en el parque no se tratará de una medida prioritaria pero sí a tener en cuenta de cara a futuras remodelaciones o incorporaciones de nuevos compensadores de reactiva, que se aconseja vayan equipados con filtros de armónicos, principalmente del 5º y 7º.

### 3.3 Reducción tensión de alimentación

De las mediciones realizadas por los diferentes analizadores que se colocaron, se puede observar como de forma general la tensión de alimentación presenta valores bastante elevados.

De manera teórica a partir de la ley de Ohm ( $V=I \cdot R$ ) y considerando que la resistencia de la instalación será un valor constante, se observa como al aumentar la tensión de suministro, la intensidad aumenta en la misma proporción, haciendo que aumente la potencia ( $S=V \cdot I$ ).

Simplemente con una adaptación de la tensión a sus niveles nominales (400 V) se podrían conseguir ahorros significativos.

Hay casos en los que el problema radica principalmente en la tensión de suministro de la compañía distribuidora, viniendo ésta elevada del orden de los 22.000V. La mayoría de los transformadores permiten una regulación de la relación de transformación que debería ser revisada.

Debido a la estructura de la red eléctrica de distribución donde todos los transformadores se encuentran conectados en paralelo a través de los denominados F, para llevar a cabo esta medida habría que ajustar todos los transformadores del parque, tarea que se plantea difícil debido a las diferentes características y años de fabricación de cada uno de ellos pero que de llegar a implementarla se podría ver traducida en cuantiosos ahorros.

### 3.4 Disminución del consumo residual

El consumo residual supone un desperdicio de energía que a menudo pasa inadvertido. Este consumo se debe a equipos y aparatos que se dejan conectados por comodidad, sistemas de vigilancia o frigoríficos que funcionan continuamente, o equipos que poseen modo de funcionamiento stand-by. En conjunto, se crea una carga latente que demanda energía del sistema eléctrico del edificio tanto en horas de uso como en horas en el que el edificio se encuentra totalmente desocupado.

Eliminar el consumo residual en su totalidad es imposible, pues siempre deben permanecer unos servicios mínimos, pero es susceptible de ser disminuido utilizando equipos más eficientes, eliminando el stand-by, y con mayor concienciación del personal evitando por ejemplo la iluminación en espacios no ocupados.

**En el apartado dedicado a Gestión Energética se presenta una solución para la monitorización sectorial del parque ya que la principal tarea para conseguir reducir estos consumos comienza por su identificación.**

### 3.5 Equipos de ahorro energético

Durante estos últimos años varias casas comerciales distribuidoras de productos energéticos han presentado estudios para la incorporación de sus equipos en los parques del grupo Parques Reunidos, entre ellos en el Parque de Atracciones de Madrid para lograr un ahorro energético con una rápida amortización.

Estos productos son analizados a fin de determinar la viabilidad de los mismos a partir de los datos aportados por sus diferentes distribuidores. Se han realizado dos pruebas con dos equipos diferentes cada uno de una distribuidora, uno en dos de las instalaciones del Parque de Atracciones en septiembre del 2009 recogido en el informe de ahorro energético como ANEXO I, presentado entonces por la distribuidora del equipo “SEBICS” para el Parque de Atracciones en el que se refleja un ahorro de entre el 7% y el 11% en ambas instalaciones ofertando entonces para el caso del parque en su totalidad, destacar que no se tuvo acceso directo a las lecturas tomadas de los analizadores instalados propiedad de la empresa en cuestión y los datos de consumo son los reflejados en el citado informe. Otra de las pruebas fue realizada en una instalación del Zoo de Madrid en febrero del 2010, parque perteneciente también al grupo Parques Reunidos, si bien este estudio está centrado solo para el Parque de Atracciones las pruebas realizadas en el Zoo pueden servir de igual forma para determinar la validez y viabilidad de este tipo de productos; en esta ocasión solo se recibe un informe ofertando estos equipos para los parques Warner, Parque de Atracciones y Zoo, como ANEXO II, tras las pruebas realizadas en este último sin ningún tipo de datos registrados por ningún analizador en el equipo instalado “FORCE” en uno de los centros de transformación demostrando los ahorros mencionados. El pasado mes de mayo de este año 2011 esta distribuidora, pero con otro nombre comercial antes FORCE ahora CESS (Dinsa), se puso en contacto de nuevo con Parques Reunidos con el interés de hacer una nueva prueba en la misma instalación del Zoo, pero en esta ocasión aportando datos registrados por un analizador y los resultados se verán más adelante.

Las pruebas realizadas fueron con los siguientes equipos:

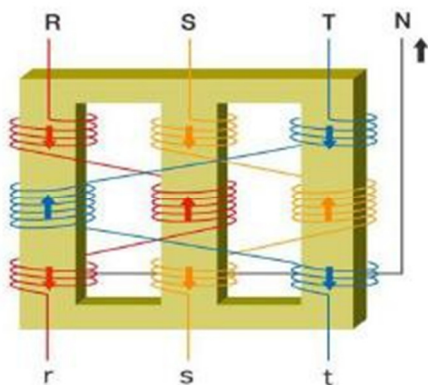
- Sebics
- CESS (Dinsa)

Sebics es un transformador de bobinado cruzado y CESS es un producto cuya base de funcionamiento consiste en la “polarización de la red” a altas frecuencias para lograr la “superconductividad” de las líneas y de esta forma conseguir ahorros.

Ninguno de los equipos ha mostrado un mínimo de fiabilidad, ni teórica ni práctica, para conseguir los ahorros prometidos, por tanto este **informe técnico es totalmente desfavorable y desestima la incorporación de cualquiera de ellos**. A continuación se detallan sus principios teóricos básicos así como sus resultados experimentales facilitados por ambas distribuidoras.

### Sebics

Se basan en autotransformadores conectados en serie con los equipos, con un núcleo magnético y bobinados cruzados para de esta forma influir, a través de los campos magnéticos opuestos, en los desequilibrios de las diferentes fases y así mejorar armónicos y facilitar el arranque a los motores.



A partir de sus detalles constructivos se puede afirmar que reduce la corriente en el neutro y las corrientes armónicas, reduciendo las pérdidas resistivas de los conductores y disminuyendo por tanto las pérdidas por efecto Joule. Debido a la disminución de armónicos también produce una mejora en la calidad de onda.

Estos autotransformadores servirán para mejorar la calidad de la red en las instalaciones y para disminuir mínimamente el calentamiento del conductor de neutro en distribución pero **no influirán en una reducción de la potencia y por lo tanto del consumo de la instalación.**

Se concluye finalmente que estos autotransformadores **pueden influir en la mejora de la calidad** de la red pero **NO LOGRARÁN LOS AHORROS PROMETIDOS**. No obstante, a continuación se muestra un estudio de amortización para el caso del Parque de Atracciones dimensionando los equipos cubriendo el consumo total del parque estimando un ahorro no real de un 11% total del consumo y se demuestra que aún en este caso favorable de ahorro para estos equipos el retorno es algo mayor de 7 años, **desestimándolo en cualquier caso.**

DISPOSITIVOS SEBICS EN PARQUE DE ATRACCIONES				
Dispositivo	Cantidad	Precio Venta	Precio Instalación	TOTAL
SEBICS	ud.	€ / unidad	€ / unidad	€
SB - 450 Kva	7	16.064,29	5.446,28	150.573,99
SB - 800 Kva	6	27.495,77	6.954,81	206.703,48
				<b>357.277,47</b>

AHORRO ENERGÉTICO CON DISPOSITIVOS SEBICS EN PAM						
	Consumos sin SEBICS		Estimación Consumos con SEBICS		Ahorros estimados en base a un 10 %	
Meses	kwh	€	kwh	€	kwh	€
ene-10	308.412	25.420	277.571	22.624	30.841	2.796
feb-10	277.871	24.714	250.084	21.995	27.787	2.719
mar-10	398.276	27.149	358.448	24.162	39.828	2.986
abr-10	406.496	25.143	365.846	22.377	40.650	2.766
may-10	586.543	36.012	527.889	32.050	58.654	3.961
jun-10	669.317	60.019	602.385	53.416	66.932	6.602
jul-10	945.300	100.085	850.770	89.075	94.530	11.009
ago-10	1.020.231	53.667	918.208	47.763	102.023	5.903
sep-10	527.267	35.434	474.540	31.536	52.727	3.898
oct-10	392.549	23.268	353.294	20.709	39.255	2.559
nov-10	343.223	22.244	308.901	19.797	34.322	2.447
dic-10	310.022	25.700	279.020	22.873	31.002	2.827
	<b>6.185.507</b>	<b>458.854</b>	<b>5.566.956</b>	<b>408.380</b>	<b>618.551</b>	<b>50.474</b>

AMORTIZACIÓN DE INVERSIÓN	
Total Inversión	357.277,47 €
Ahorros al año	50.473,92 €
Periodo de retorno (años)	7,08

Tabla CAR. 53. Estudio amortización equipos SEBICS



## CESS

Se trata de un dispositivo constituido a partir de una mezcla de cuarzos, que conectado en paralelo a la instalación genera muy altas frecuencias (del orden de los GHz.) para polarizar y lograr neutralizar armónicos, así como lograr un efecto de superconductividad en la red de distribución y de esta manera disminuir las pérdidas.

Tras su instalación de prueba en el Zoo de Madrid se obtuvieron los siguientes resultados, remitidos a Parques Reunidos por la empresa distribuidora de los equipos (Dinsa):

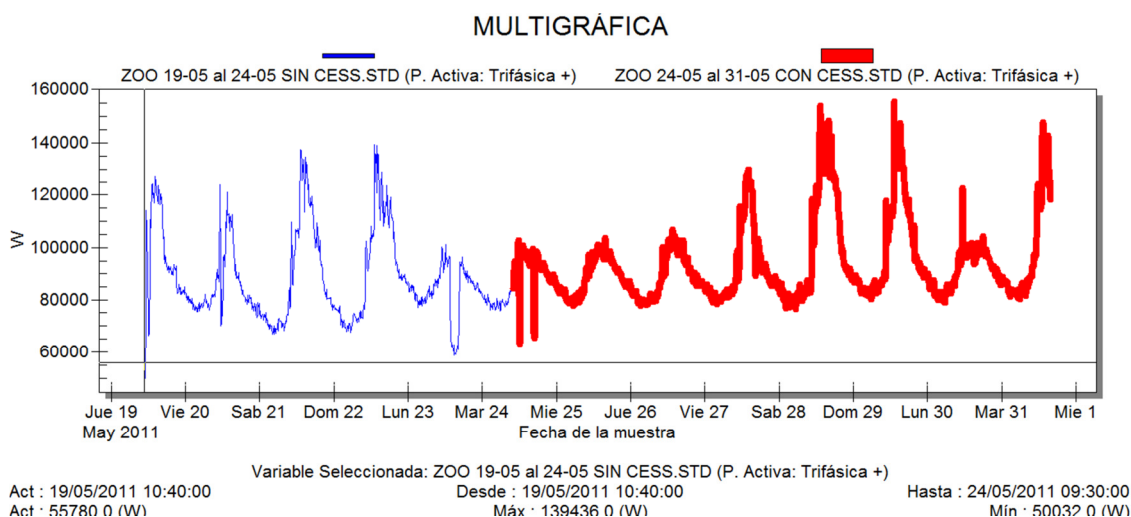


Tabla CAR. 54. Potencia activa sin CESS y con CESS

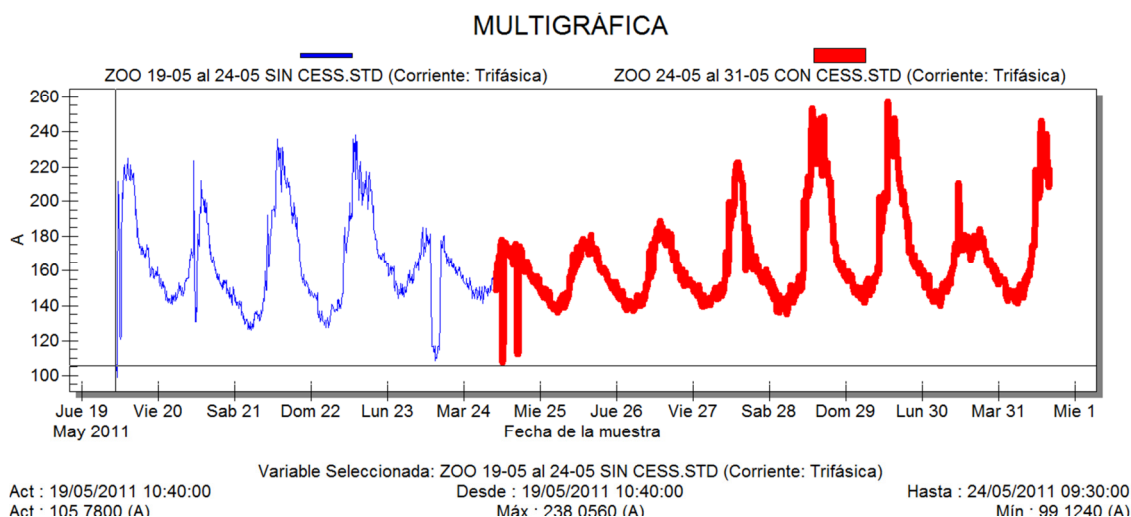


Tabla CAR. 55. Corriente trifásica sin CESS y con CESS

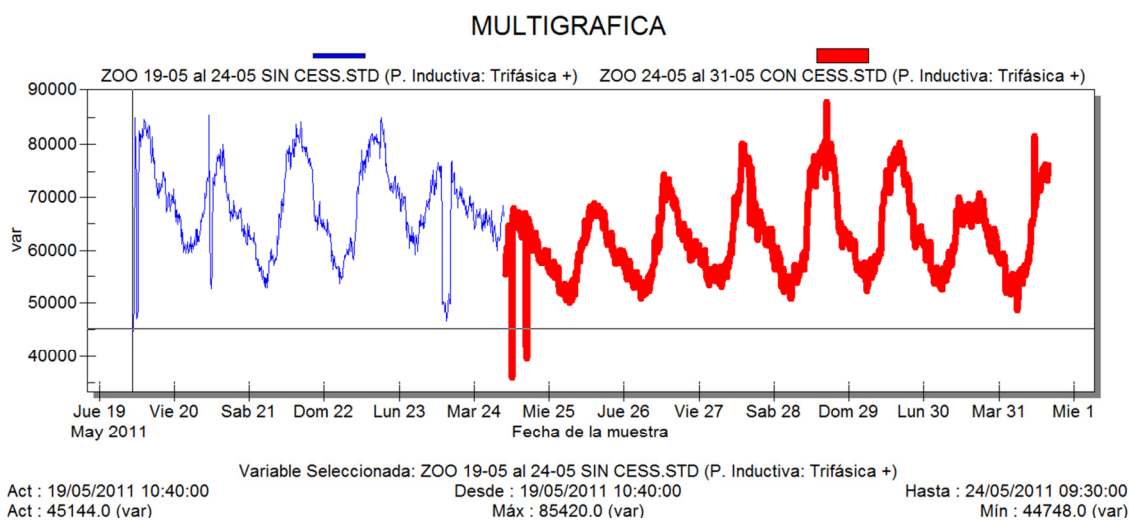


Tabla CAR. 56. Potencia reactiva sin CESS y con CESS

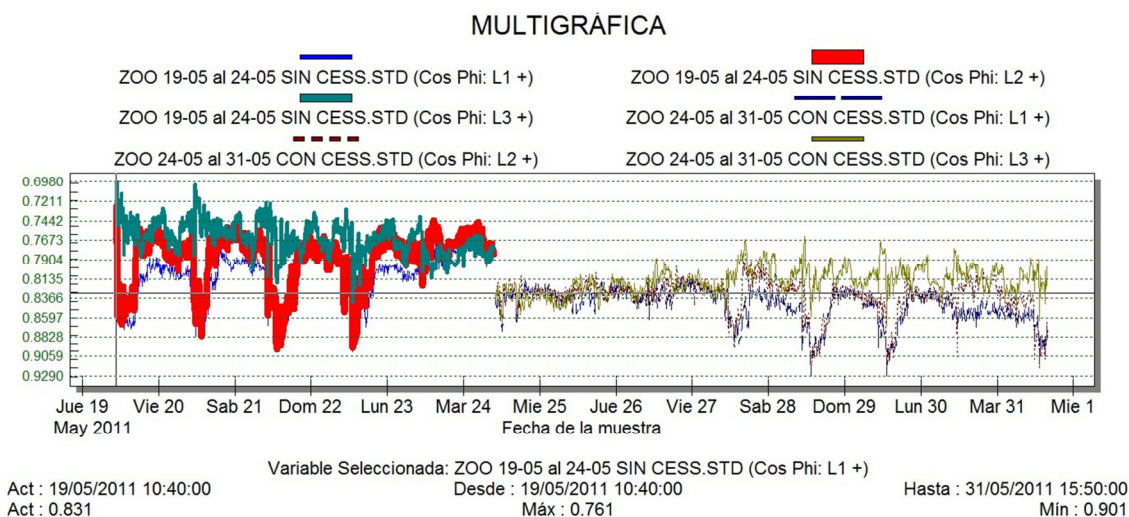


Tabla CAR. 57. Factor de Potencia sin CESS y con CESS

A partir de las gráficas anteriores se pueden obtener datos concluyentes. **En ningún momento ha disminuido la potencia activa, reactiva o intensidad y sí lo ha hecho muy notablemente el coseno de phi. Esto no es posible ya que el coseno de phi es una relación directa entre las potencias por lo que si éstas no han disminuido tampoco lo ha podido hacer el coseno de phi. La única explicación posible a lo sucedido radica en un fallo de medida del analizador en los desfases debido a la introducción de las altas frecuencias en la red.**

El dispositivo ha estado instalado en uno de los centros de transformación del parque más de un mes y tras recibir su estudio se puede observar que **no sólo no se ha ahorrado en el consumo sino que éste ha sido algo superior**. Según la empresa distribuidora de los equipos, esto se puede deber a un aumento de las temperaturas en la zona durante las mediciones, cosa que realmente podría afectar al consumo, pero tras una desconexión posterior del dispositivo, se vuelve a observar el mismo patrón de funcionamiento.

No sólo **no se han producido ahorros en la instalación** durante el período en el cual ha estado funcionando, sino que se ha visto como **perjudica seriamente la calidad de la red**, llevando a error a los dispositivos de medida por lo que **SE DESACONSEJA SU INSTALACIÓN YA QUE NO SE LOGRARÁN LOS AHORROS PROMETIDOS**.

## 4 Conclusiones

El objetivo es realizar un diagnóstico completo de los principales parámetros eléctricos presentes en los diferentes centros de transformación presentes en el parque.

Esta instalación tiene un único suministro en alta tensión cuyas características se muestran a continuación:

COMERCIALIZADORA	TARIFA DE ACCESO	POTENCIAS CONTRATADAS (Kw)
CEPSA (DETISA)	6.1	P1: 2588
		P2: 2588
		P3: 2588
		P4: 2588
		P5: 2588
		P6: 3250

Tabla CAR. 58. Descripción de las características del suministro.

Se listan a continuación los centros de transformación que existen en el Parque de Atracciones de Madrid:

- Centro de transformación 1 o Batán. Donde está alojado el contador en alta tensión y se deriva la red hacia el resto de centros de transformación.
- Centro de transformación 2 o Talleres.
- Centro de transformación 3 o Rápidos.
- Centro de transformación 4 o Fiordos.
- Centro de transformación 5 o Lanzadera.
- Centro de transformación 6 o Tornado.

A partir de estos centros de transformación, **la distribución en baja tensión del Parque se realiza de una forma particular.**

Todos los centros de transformación constan de varios transformadores como se detalla más adelante. **Cada centro de transformación tiene tres salidas diferenciadas:**

- Salida a atracciones. Suministra a diferentes atracciones del parque.
- Salida a kioscos. Es la encargada de dar suministro eléctrico a los diferentes kioscos distribuidos por el parque y a los restaurantes.
- Salida a F. Se denominan F los diferentes cuadros de fuerza distribuidos por el parque los cuales contendrán principalmente protecciones y fusibles para conectar eléctricamente las distintas zonas del parque. A través de estos F se realiza la interconexión de los distintos centros de transformación presentes en el parque con la finalidad de que si fallase alguno de los transformadores, las zonas que este abastece pueda quedar cubierta por el resto de los transformadores del parque.

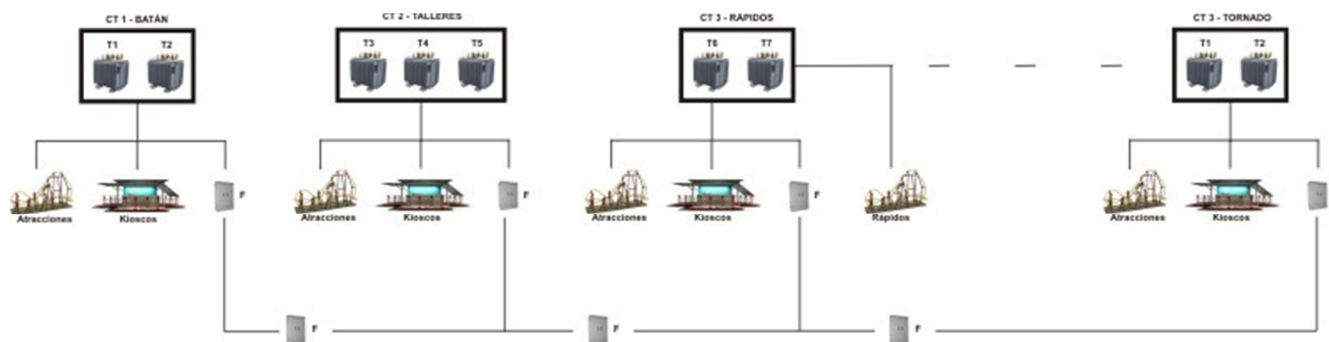


Figura CAR. 75. Distribución en baja tensión presente en el parque.

**Este tipo de distribución eléctrica es totalmente desaconsejable por diversos motivos, tanto funcionales como de seguridad:**

#### Mantenimiento.

Los empleados de mantenimiento no tienen forma alguna de detectar el defecto en alguno de los transformadores ya que ante su fallo el resto lo supliría, pudiendo llegar a sobrecargar en exceso el resto de los transformadores en funcionamiento. Podría darse el caso del fallo de varios transformadores o simplemente que queden abiertas sus líneas de suministro, por lo que los demás deberían aportar la potencia demandada pudiendo llegar a trabajar en un régimen de funcionamiento muy superior al nominal.

Actualmente se intenta hacer una revisión más o menos periódica del estado de los transformadores del parque, pero esta no es una solución efectiva.

#### Seguridad.

Debido al sistema de distribución presente, existirá en todo momento en cualquier CT además de la acometida en alta tensión, una realimentación presente proveniente de los diferentes transformadores del parque. Para las labores de mantenimiento resulta peligroso ya que para los trabajos no sólo necesitarán desconectar las celdas de alta tensión, sino tener muy presente la posible realimentación.

Igualmente, la cantidad de cuadros de fuerza (F) distribuidos por el parque dificulta bastante las tareas de mantenimiento al no existir planos fiables de las instalaciones, con el peligro añadido que supone dichos cuadros de cara al cliente, debido a la dificultad de protección de muchos de ellos y sus lugares de ubicación totalmente accesibles.

#### Conexión de transformadores.

Para conectar con garantías transformadores en paralelo, se deberían cumplir una ciertas características como por ejemplo:

- Misma relación de transformación
- Mismo índice horario
- Potencias nominales similares
- Similares tensiones de cortocircuito...

En el caso presente en el parque existen multitud de transformadores, cada uno con sus características particulares y conectados todos ellos en paralelo a través de los F.

Desde el punto de vista de un mejor mantenimiento de las instalaciones y sobre todo una mayor seguridad, tanto para el personal de parque reunidos como para los clientes que visiten el parque, se recomienda la realización de un estudio detallado del sistema eléctrico presente en el parque, la realización de planos detallados del mismo, y si fuera necesario una reestructuración del sistema de distribución.

Esto queda fuera del alcance del presente estudio pero se estima conveniente resaltar estas deficiencias, ya no sólo desde el punto de vista energético, encontradas en el parque.

A continuación se dan más detalles sobre las características de los centros de transformación citados:

- Centro de transformación 1 o Batán.

Alimentación en alta tensión, 20 kV, que suministra a dos transformadores: T1 y T2, ambos de 500 kVA y unas intensidades nominales a la salida de 1.250 A cada transformador. Data del año 1969.

Observación: **Riesgo de inundación**, por tanto, de cortocircuito en alta tensión.

- Centro de transformación 2 o Talleres.

Alimentación en alta tensión, 20 kV, que suministra a tres transformadores: T3, T4 y T5, todos de 500 kVA y unas intensidades nominales a la salida de 1.250 A cada transformador. Reformado alrededor de 2005.

Observaciones: Ninguna.

- Centro de transformación 3 o Rápidos.

Alimentación en alta tensión, 20 kV, que suministra a dos transformadores: T6 y T7, ambos de 1.000 kVA. Data del año 1969.

Observaciones: Excesiva humedad y filtraciones de agua.

- Centro de transformación 4 o Fiordos.

Alimentación en alta tensión, 20 kV, que suministra a dos transformadores: T1 y T2, ambos de 500 kVA y salida común, anillo, en baja tensión.

Observación: **No se pudo colocar analizador de redes** debido a la imposibilidad de su conexión por la estrechez del cableado.

En cada centro de transformación existe equipamiento para suministrar energía reactiva a los diferentes equipos eléctricos del Parque de Atracciones. Se listan a continuación, por centros de transformación, las baterías de condensadores y sus características técnicas acopladas:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	TRAFO	MARCA-MODELO	POTENCIA NOMINAL - ESCALONES
CT 1 o BATÁN	T1 y T2	Merlin Gerin	No se encontraron especificaciones técnicas
CT 2 o TALLERES	T3, T4 y T5	Cydesa RN 144	200 kVAR 1x25+2x50+75x2(fijo)
CT 3 o RÁPIDOS	T6	Desconocido	No se encontraron especificaciones técnicas
CT 3 o RÁPIDOS	T7	Circutor F-74371	No se encontraron especificaciones técnicas
CT 4 o FIORDOS	T1 y T2	Cydesa ED-44/130-4	130 kVAR 2x15+2x30+1x40(fijo)
CT 5 o LANZADERA	T1	Desconocido	No se encontraron especificaciones técnicas
CT 5 o LANZADERA	T2	Merlin Gerin Rectifase F-74371	No se encontraron especificaciones técnicas
CT 6 o TORNADO	T1	Cydesa	1x50
CT 6 o TORNADO	T2	Cydesa	1x50

Tabla CAR. 59. Inventario de batería de condensadores.

Con el fin de realizar el estudio, se han conectado los siguientes equipos de medida en los puntos de la instalación que se indican a continuación:

CT 1 o BATÁN	TRAFO 1	TRAFO 2
EQUIPO DE MEDIDA	CIRe 3A	CIRe 4B
FECHA / HORA DE INICIO	09/09/2010 12:20 h	02/09/2010 11:40 h
PINZAS / ESCALA	Flex 20- 2000A	Flex 20- 2000A
PERIODO DE MUESTREO	10 MIN	10 MIN
FECHA / HORA DE FINALIZACIÓN	15/09/2010 11:30 h	09/09/2010 11:40 h

CT 2 o TALLERES	TRAFO 3	TRAFO 4	TRAFO 5
EQUIPO DE MEDIDA	CIRe 1B	CIRe 2B	CIRe 4A
FECHA / HORA DE INICIO	24/08/2010 16:00 h		
PINZAS / ESCALA	Flex 20- 2000A	Flex 20- 2000A	Flex 20- 2000A
PERIODO DE MUESTREO	15 MIN	10 MIN	15 MIN
FECHA / HORA DE FINALIZACIÓN	02/09/2010 12:25 h		

CT 3 o RAPIDOS	TRAFO 6	TRAFO 7
EQUIPO DE MEDIDA	CIRe 1A	CIRe 2A
FECHA / HORA DE INICIO	02/09/2010 14:40 h	02/09/2010 13:00 h
PINZAS / ESCALA	Flex 20- 2000A	Flex 20- 2000A
PERIODO DE MUESTREO	15 MIN	15 MIN
FECHA / HORA DE FINALIZACIÓN	09/09/2010 10:15 h	09/06/2010 10:15 h

CT 6 o TORNADO	TRAFO 1	TRAFO 2
EQUIPO DE MEDIDA	CIRe 5A	CIRe 5B
FECHA / HORA DE INICIO	24/08/2010 17:15 h	02/09/2010 13:00 h
PINZAS / ESCALA	Flex 20- 2000A	Flex 20- 2000A
PERIODO DE MUESTREO	10 MIN	10 MIN
FECHA / HORA DE FINALIZACIÓN	09/09/2010 13:20 h	09/06/2010 10:00 h

Tabla CAR. 60. Registro del enganche de los analizadores de redes.

**En los centros de transformación 4 y 5 no se pudieron conectar los analizadores de redes debido a la estrechez existente para recoger todos los cables en los aros de medición.**

Al presentar la peculiar distribución eléctrica con prácticamente todos los transformadores conectados en paralelo, se resumen a continuación las características más relevantes observadas en algunos de los centros medidos que representan de forma general el comportamiento eléctrico del parque.



CT 1 - BATÁN. TRANSFORMADOR 2

Potencia activa y consumo residual:

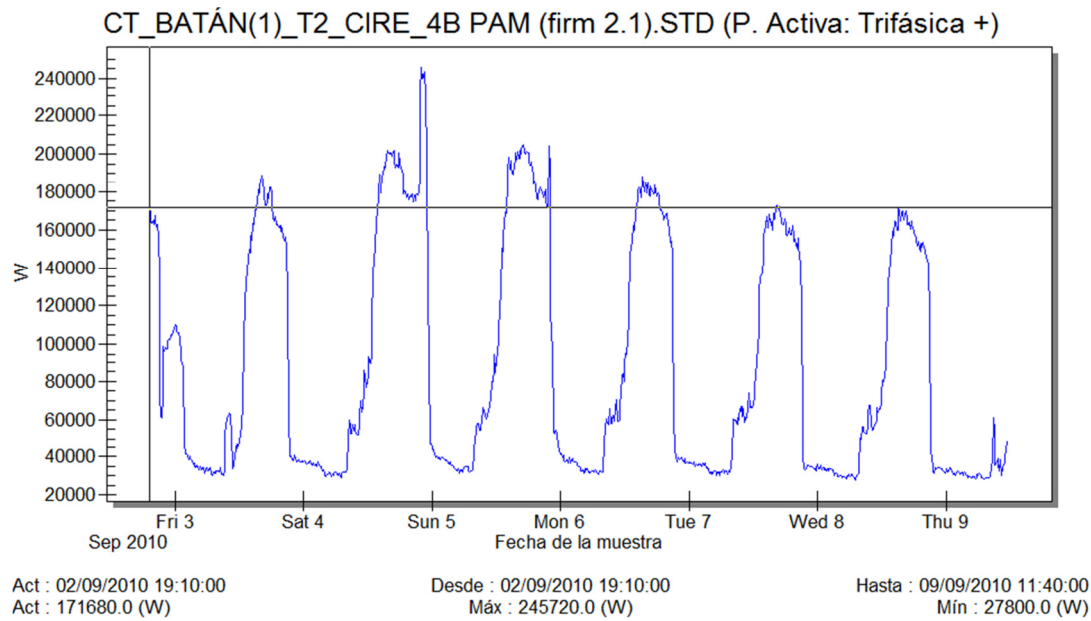


Figura CAR. 76. Valores de potencia activa registrados en CT 1 transformador 2.

CT 1 - T2	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	245,72	27,80

Tabla CAR. 61. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 1 transformador 2.

Fluctuaciones de la señal de tensión:

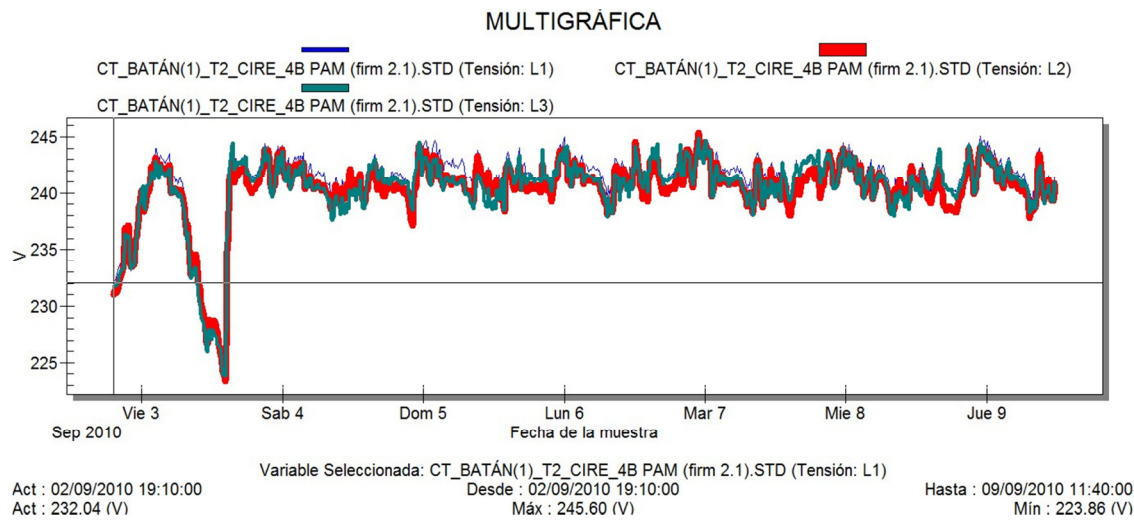


Figura CAR. 77. Tensiones promedio registradas en el CT 1 transformador 2.



**La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada.** El hecho de tener una tensión tan elevada origina excesos en los consumos y mal funcionamiento en los equipos conectados a la instalación, hasta el punto que puede llegar a estropearlos. También se puede observar un hecho anómalo de relativa importancia, la gran bajada de tensión que comienza durante la madrugada del viernes, a partir de las 4 de la mañana, y finaliza a las 14 horas, comenzando a subir la tensión de suministro. Esta anomalía es responsable la empresa distribuidora de energía eléctrica. Sin embargo, este descenso no provocó una tensión de alimentación por debajo de la normativa aplicable. Esta normativa aplicable es el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  del valor normalizado de 230V. (Máximo: 246 V y mínimo: 214 V). Por tanto, según las gráficas anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	245,31	246	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	223,67	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 62. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 1 transformador 2.

#### Tasas de distorsión armónica:

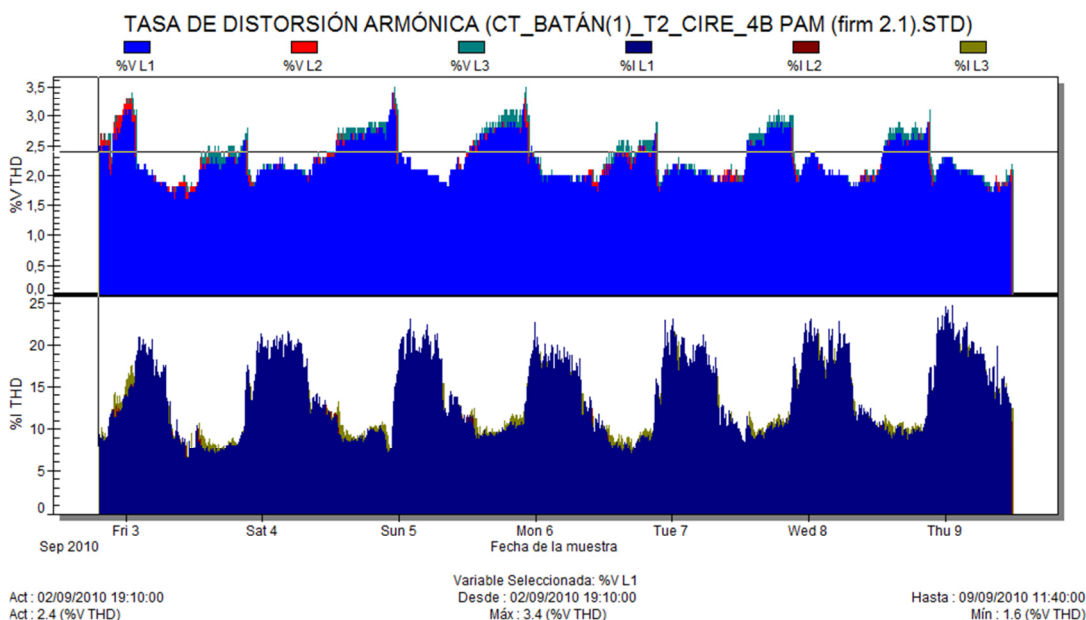


Figura CAR. 78. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 1 transformador 2.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	3,4	1,6	3,0	NO CUMPLE
%V L2	3,4	1,6	3,0	NO CUMPLE
%V L3	3,5	1,7	3,0	NO CUMPLE
% IL1	24,7	6,4	30,0	SÍ CUMPLE
% IL2	18,6	5,6	30,0	SÍ CUMPLE
% IL3	21,5	6,4	30,0	SÍ CUMPLE

Tabla CAR. 63. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 1 transformador 2.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, los armónicos de corriente no son elevados; sin embargo, **los armónicos de tensión están por encima de la recomendación**. Esto puede acarrear problemas a la batería de condensadores que no estén protegidas con filtros de armónicos.

### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

#### MULTIGRÁFICA

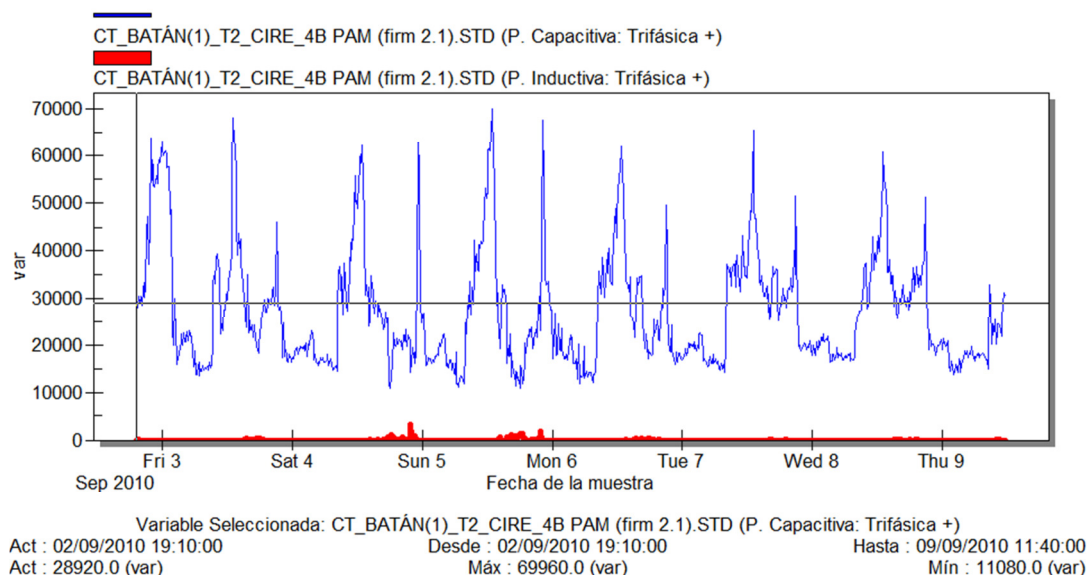


Figura CAR. 79. Potencia capacitiva registrada en el CT1 transformador 2.

### Coseno de fi

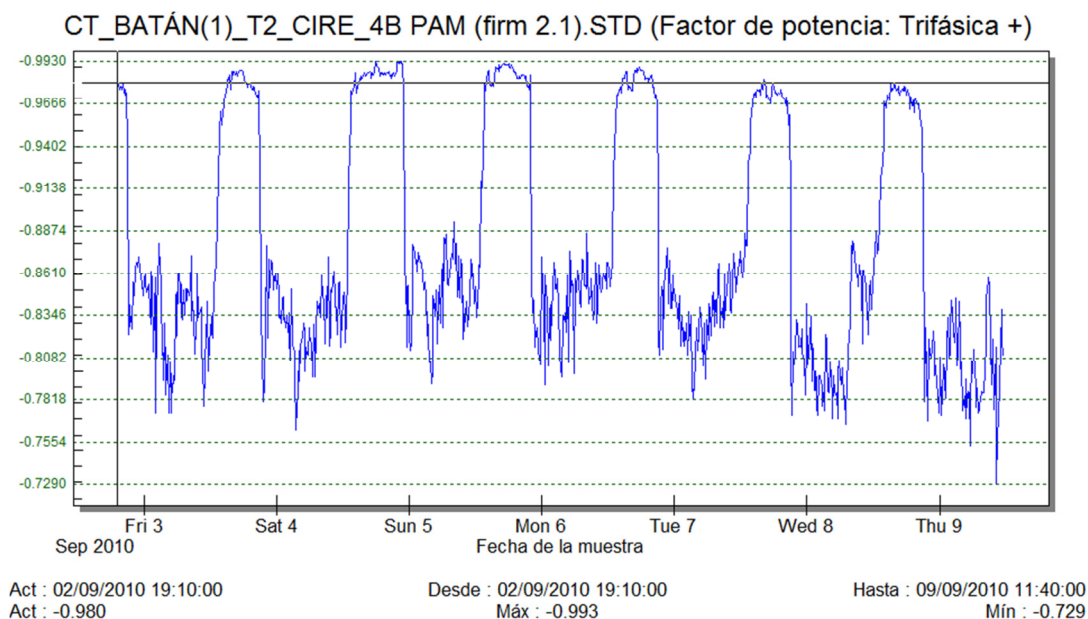


Figura CAR. 80. Coseno de fi registrado en el CT1 transformador 2.

Se puede observar como en la gráfica del coseno de fi **la energía capacitiva inyectada por las baterías de condensadores es excesiva**. Como se observó en el transformador 1 de este centro de transformación (CT 1 o Batán), **la batería de condensadores introduce muchísima más energía capacitiva que la demanda por las instalaciones enganchadas** a este centro de transformación. Todo esto repercute en una **sobretensión de alimentación** de los equipos eléctricos que provoca un **mayor consumo de energía activa** para un mismo régimen de funcionamiento y envejecimiento prematuro, lo que conllevará, probablemente, que las averías aparezcan antes.

Por tanto, **la batería de condensadores instalada en este centro de transformación no se adapta correctamente a las necesidades**.

CT 6 - TORNADO. TRANSFORMADOR 1

Potencia activa y consumo residual

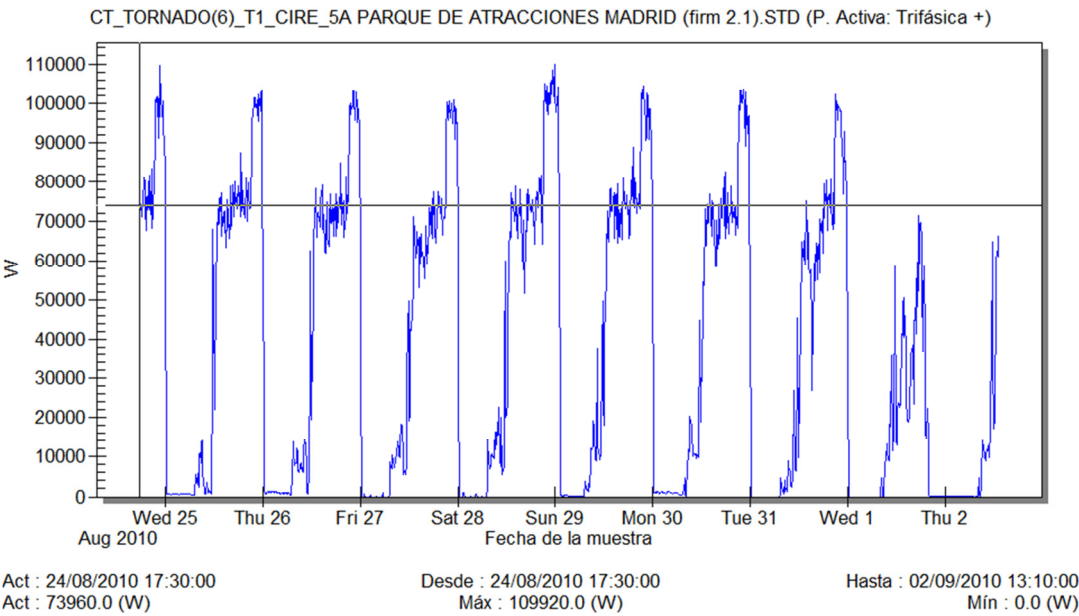


Figura CAR. 81. Valores de potencia activa registrados en CT 6 transformador 1.

CT 6 - T1	VALOR MÁXIMO (Kw)	VALOR MÍNIMO (Kw)
Potencia Activa	109,92	0,00

Tabla CAR. 64. Resumen estadístico de los datos de potencia activa registrados en CT 6 transformador 1.

Tensiones promedio registradas

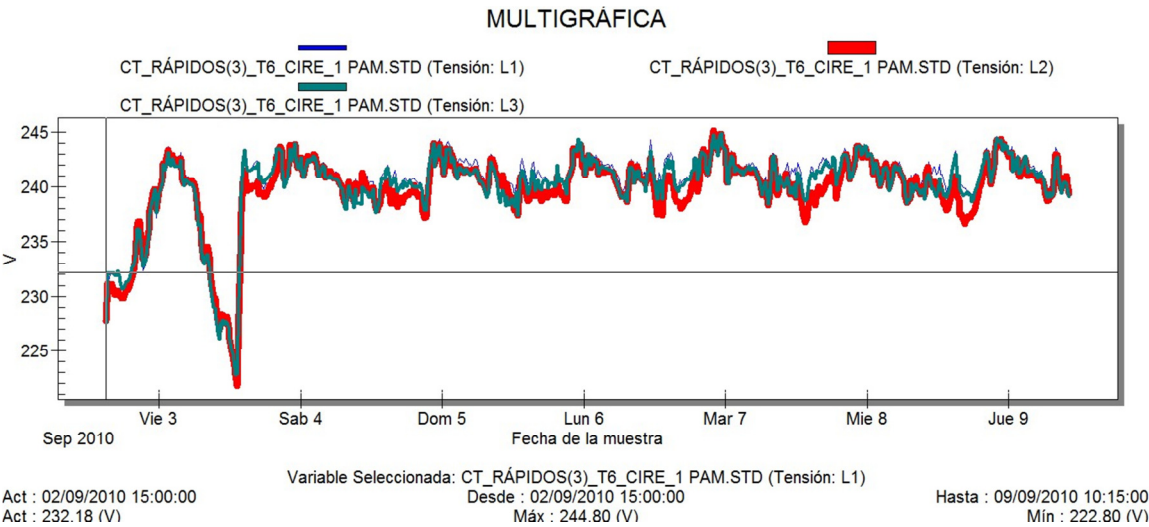


Figura CAR. 82. Tensiones promedio registradas en el CT 6 transformador 1.

La tensión del suministro eléctrico en este transformador es muy elevada.

TENSIÓN	VALORES PICO (V)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (V)	CUMPLE NORMATIVA	NÚMERO DE PICOS FUERA DE LÍMITE
VALOR MÁXIMO	238,69	246	SÍ CUMPLE	-
VALOR MÍNIMO	224,8	214	SÍ CUMPLE	-

Tabla CAR. 65. Datos de las fluctuaciones de tensión registradas en el CT 6 transformador 1.

### Potencia trifásica capacitiva e inductiva

#### MULTIGRÁFICA

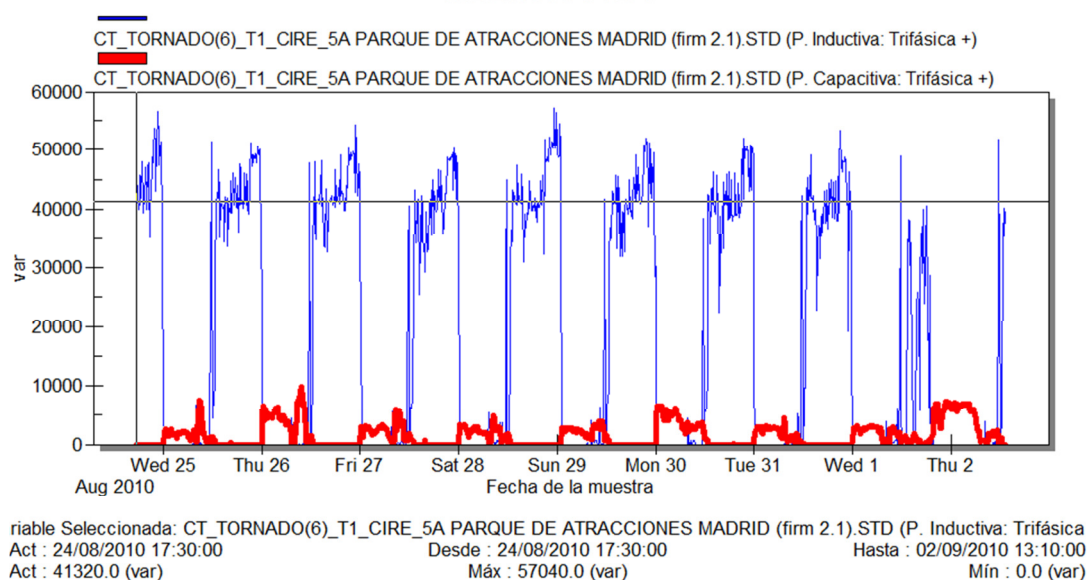


Figura CAR. 83. Potencia capacitiva registrada en el CT 6 transformador 1.

## Coseno de fi

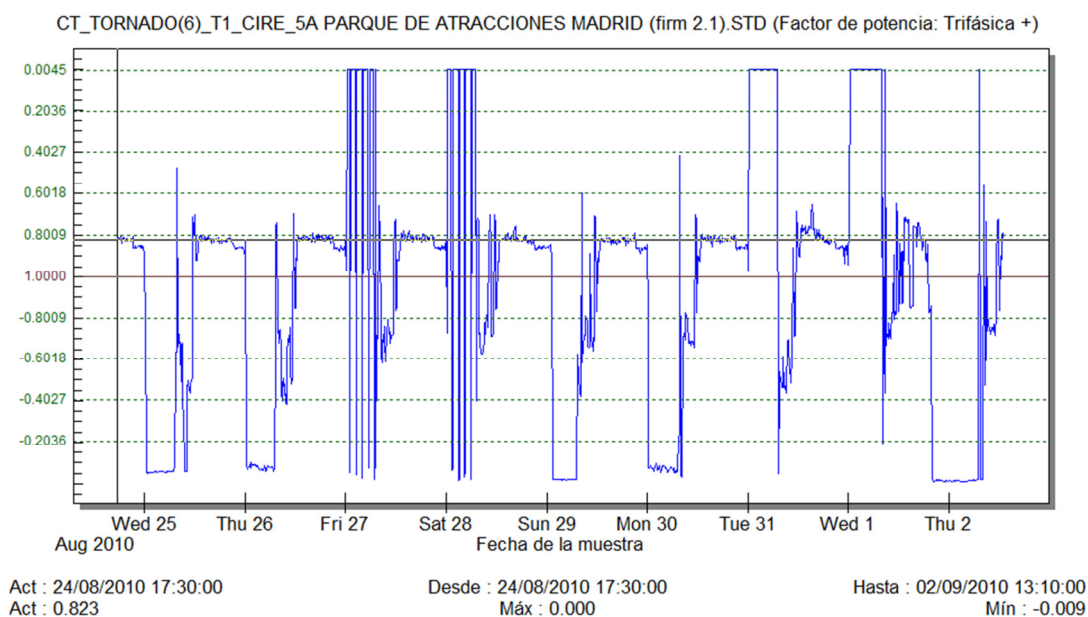


Tabla CAR. 66. Coseno de fi registrado en el CT 6 transformador 1.

Se puede observar en la gráfica que la **batería de condensadores instalada no está correctamente dimensionada** ya que durante el horario con consumo prácticamente nulo, la batería continúa inyectando energía capacitiva. Además, cuando los equipos comienzan a consumir energía eléctrica, la batería de condensadores no es capaz de compensar la energía reactiva que demandan, lo que provoca que el coseno de fi durante estos periodos esté por debajo de 0,95.

## Tasas de distorsión armónica

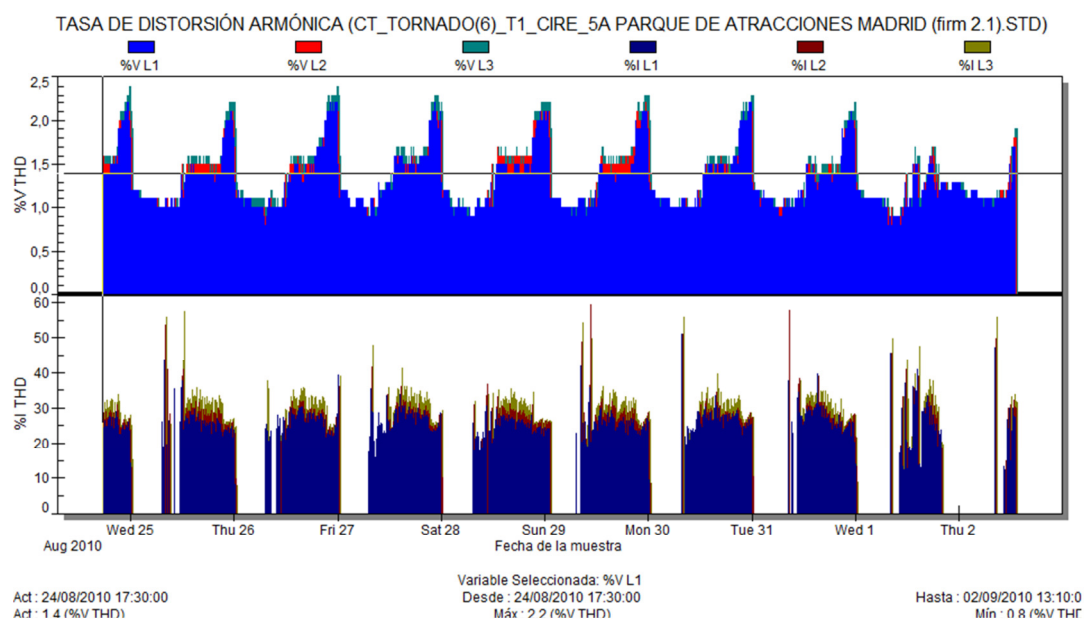


Figura CAR. 84. Tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 6 transformador 1.

DISTORSIÓN	VALOR MÁXIMO (%)	VALOR MÍNIMO (%)	LÍMITE SEGÚN NORMATIVA (%)	CUMPLE NORMATIVA
%V L1	2,2	0,8	3,0	SÍ CUMPLE
%V L2	2,2	0,8	3,0	SÍ CUMPLE
%V L3	2,4	0,8	3,0	SÍ CUMPLE
% IL1	51,2	0	30,0	NO CUMPLE
% IL2	59,5	0	30,0	NO CUMPLE
% IL3	57,5	0	30,0	NO CUMPLE

Tabla CAR. 52. Resumen de los valores extremos de las tasas de distorsiones armónicas registradas en el CT 6 transformador 1.

El límite de seguridad que garantiza un correcto funcionamiento de la instalación es el 3% en tensión y 30% en corriente según la norma UNE EN 61000, la cual no es de obligado cumplimiento. En esta instalación, **los armónicos de intensidad están fuera de los rangos recomendados por la citada norma**. Esto puede repercutir en que dañe a la batería de condensadores, para que esto no ocurra sería necesaria la instalación de filtros de armónicos.

### CONCLUSIONES FINALES

A través del estudio realizado en diferentes centros de transformación del parque **se pueden apreciar muchas de las peculiaridades existentes**.

**Se puede observar cómo tanto los consumos de potencia, como las tensiones y potencias reactivas de los diferentes centros de transformación siguen patrones prácticamente similares, debido a la peculiaridad de su conexión, si bien, en función de la cercanía a dichos centros de los sistemas consumidores hará que varíen ciertos aspectos como los consumos de reactiva. Se observan potencias residuales en torno a los 30kW perfectamente identificables con el gasto de iluminación y las máquinas vending distribuidas a lo largo del parque.**

**Destacar que no existe penalización alguna en concepto de reactiva. Aunque en ciertos centros de transformación aparece potencia reactiva, ésta se ve compensada a nivel global.**

**También cabe destacar una elevada presencia de corrientes armónicas que aunque en principio no llegan a niveles preocupantes, si influirán en el funcionamiento óptimo de las diferentes baterías de condensadores, reduciendo su vida útil.**

**En resumen, se recomienda un estudio más exhaustivo de la distribución eléctrica del parque, identificando realimentaciones a fin de intentar sectorizar los consumos y de esa forma identificar de forma más clara los posibles ahorros, tanto desde el punto de vista energético como a partir de una gestión de mantenimiento predictivo más eficiente.**

Las principales medidas recomendadas de cara a una mejora de la calidad de la red eléctrica con el consiguiente ahorro se resumen en:

- Filtrado de armónicos
- Reducción tensión de alimentación
- Disminución consumo residual





## 5 Anexos

### ANEXO I: INFORME EQUIPO DE AHORRO ENERGÉTICO “SEBICS”



## INFORME

### EQUIPO AHORRO ENERGÉTICO

### SBB 380V/50Hz 100 Kva y 50 kva



## ÍNDICE

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
1.	Descripción general del procedimiento	3
2.	Descripción del equipo de ahorro SEBICS en DEMO	3
3.	Chequeo de condiciones para realizar la DEMO	3
4.	Verificación de condiciones de seguridad	4
5.	Ejecución de pruebas de medición	4
6.	Comprobación del funcionamiento de todos los servicios del cliente tras la DEMO	5
7.	Datos obtenidos	5
8.	Reportaje fotográfico	15



## 1. Descripción general del procedimiento

El procedimiento de medición se compone de dos fases:

- 1.1. Medición SIN SEBICS de la carga eléctrica integral de la atracción.
- 1.2. Medición CON SEBICS de la misma carga eléctrica integral de la atracción.

Procuramos que ambos escenarios fueran idénticos, con la misma duración y condiciones para contar con la misma carga.

El día 25 de agosto del 2009 los técnicos de SEBICS SPAIN se presentaron en el Parque de Atracciones para realizar las pruebas con los equipos de ahorro energético de 100kva y 50kva 380-440V B-TYPE. La prueba comenzó el día 25 de agosto y finalizó el día 28 de agosto. Durante este periodo de tiempo se realizó una medición CON SEBICS y SIN SEBICS por atracción.

Las atracciones sobre las que realizó las pruebas fueron:

- Vértigo
- La jungla

Una vez conectado el equipo SEBICS en cada atracción se comprobó que el equipo de medición “analizador de redes” funcionaba. Se emplearon dos analizadores de redes, una por atracción. Los analizadores tomaron nota de los Kwh. consumidos durante el periodo de 4 días que duró la prueba.

Los resultados obtenidos de las mediciones se incluyen en una tabla de cálculo que nos da el ratio de ahorro de energía alcanzado en la medición.

## 2. Descripción del equipo de ahorro SEBICS

Para la prueba de ahorro energético se emplean un equipo SEBICS de 100Kva y un equipo de 50kva, denominado SB-380100 B-TYPE para 380V-440V/50HZ y SB-38050 B-TYPE para 380V-440V/50HZ, ambos trifásicos y equipados con bypass.

## 3. Chequeo de condiciones para realizar la instalación y medición

### 3.1. Permiso de acceso a las instalaciones del cliente:

El día 25 de Agosto recibimos autorización para el corte del suministro sobre las atracciones sometidas a las pruebas.

### 3.2. Indumentaria apropiada para el trabajo:

Se comprueba que el personal de SEBICS está correctamente equipado con los equipos de protección individuales correspondientes a los trabajos a realizar como calzado, indumentaria y guantes.

### 3.3. Acceso al lugar de la instalación:

Se comprueba que el equipo, por sus dimensiones, puede acceder a la zona donde se instalará para realizar la prueba.

### 3.4. Estado del equipo antes de la conexión:

Se comprueba que el equipo de ahorro SEBICS no ha sufrido ningún daño durante el transporte.

### 3.5. Comprobación de condiciones para la instalación:

Se comprueba que el interruptor de suministro eléctrico del cuadro de baja de cada atracción sobre la que se actúa funciona correctamente, por lo que se puede realizar la prueba en condiciones de seguridad.

### 3.6. Comprobación de los equipos de medida:

El técnico de SEBICS hace un chequeo del equipo de medida, Analizador de Redes y comprueba que funciona correctamente.

## 4. Verificación de condiciones de seguridad

Se comprueba que la prueba se realizará en condiciones de seguridad:

- Si hay acceso a personal ajeno a la zona de trabajo.
- No se detectan humedades ni filtraciones.
- Se comprueba que tras la conexión el funcionamiento de la atracción es normal.

## 5. Ejecución de la Instalación y pruebas de medición

Para realizar la prueba se trabajó sobre el cuadro de baja de cada atracción, midiendo primero CON SEBICS y después SIN SEBICS los días 25 Agosto al 28 de Agosto.

### CIRCUITO 1: VERTIGO

MEDICIÓN CON SEBICS: La medición comenzó a las 8:30h del día 26 de Agosto y terminó a las 9:45h del día 27 de Agosto.

MEDICIÓN SIN SEBICS: La medición comenzó a las 9:50h del día 27 Agosto y terminó a las 8:25h del día 28 de Agosto.

### CIRCUITO 2: LA JUNGLA

MEDICIÓN CON SEBICS: La medición comenzó a las 10:10h del día 25 de Agosto y terminó a las 8:25h del día 26 de Agosto.

MEDICIÓN SIN SEBICS: La medición comenzó a las 11:00h del día 26 Agosto y terminó a las 8:25h del día 27 de Agosto.

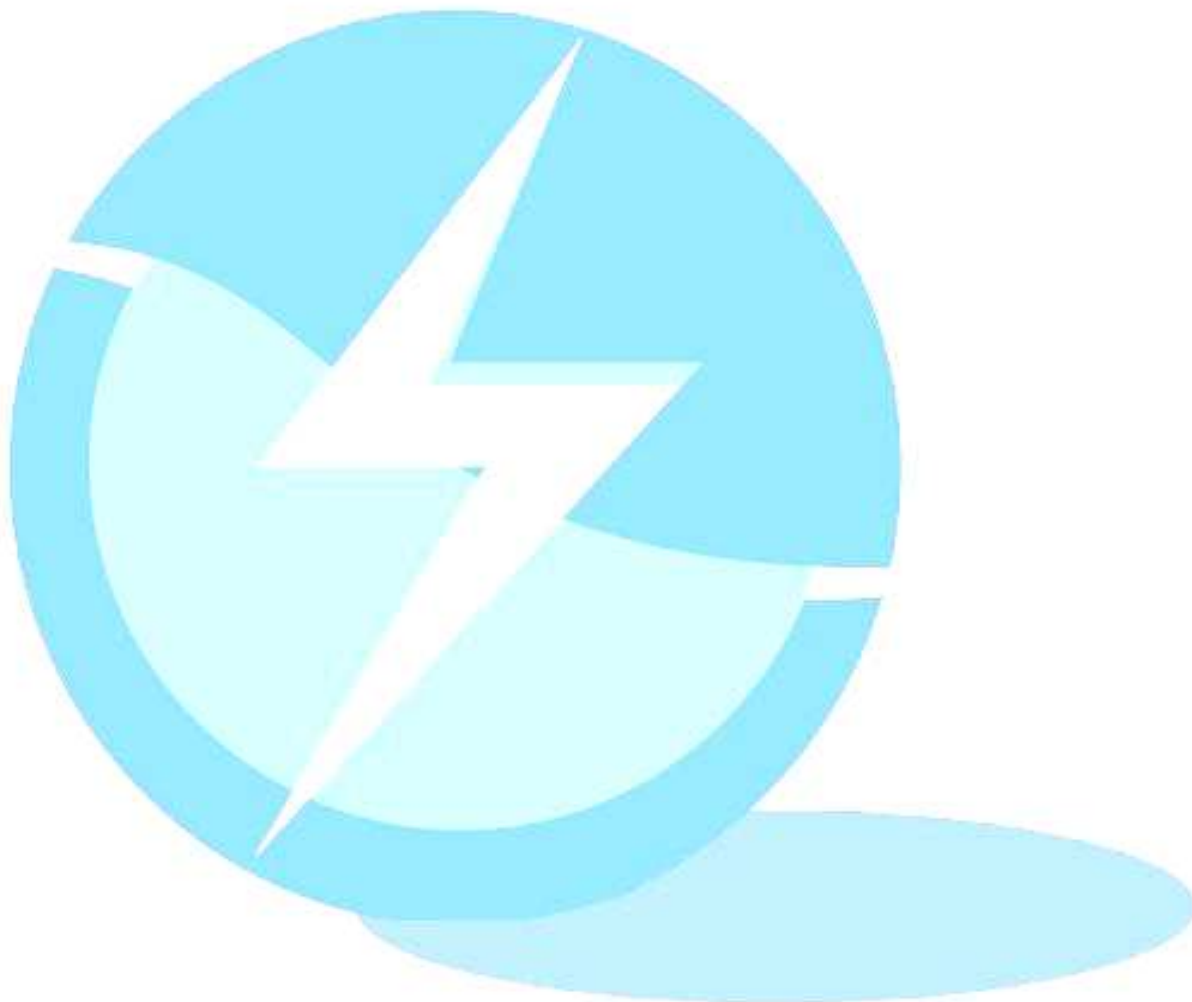
## 6. Comprobación del funcionamiento de todos los servicios del cliente tras la DEMO

Se hace una comprobación de los servicios de cada atracción, todos funcionan correctamente tras la desconexión del equipo de ahorro SEBICS.

## 7. Datos obtenidos

Las siguientes tablas recogen los siguientes datos de la prueba SIN SEBICS y CON SEBICS, mostrando el consumo Kw. por unidad de tiempo.

En los datos recopilados en las pruebas se han observado que hay tiempos en los que las atracciones no consumen, ya que el Parque de Atracciones está cerrado, y las cargas entre unos periodos y otros son muy diferentes, por lo que para un mejor estudio de consumo se ha seleccionado el consumo de la franja horaria en la que el Parque de Atracciones está activo y lo más estable posible.





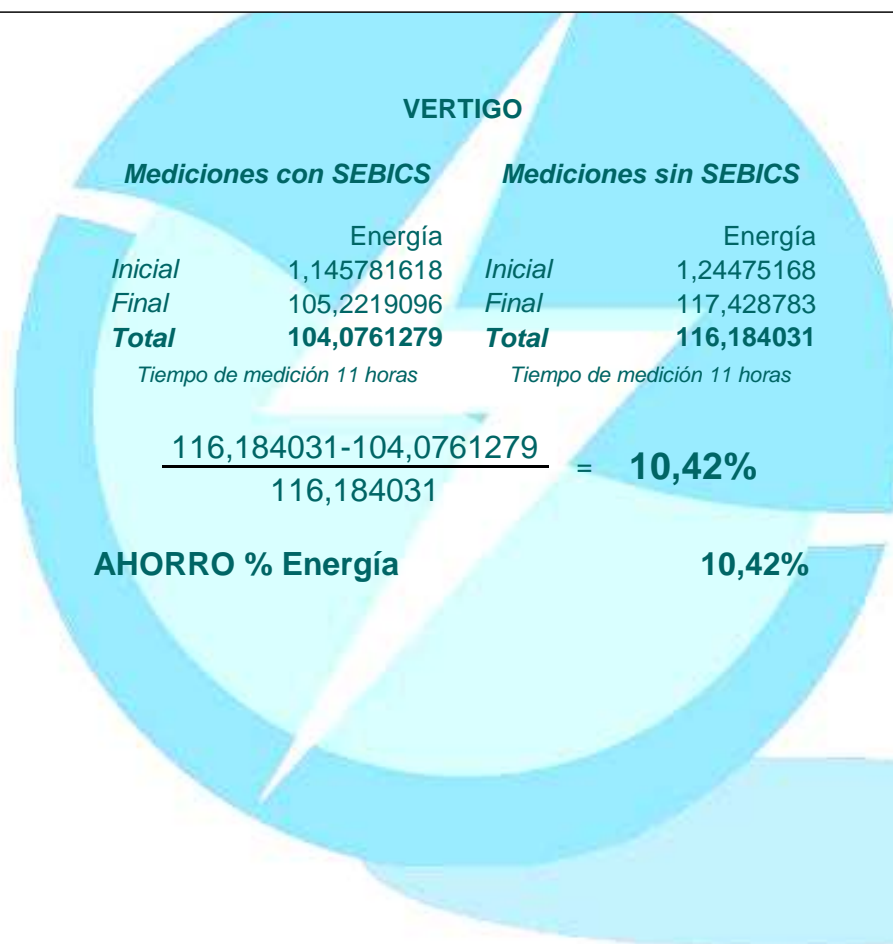
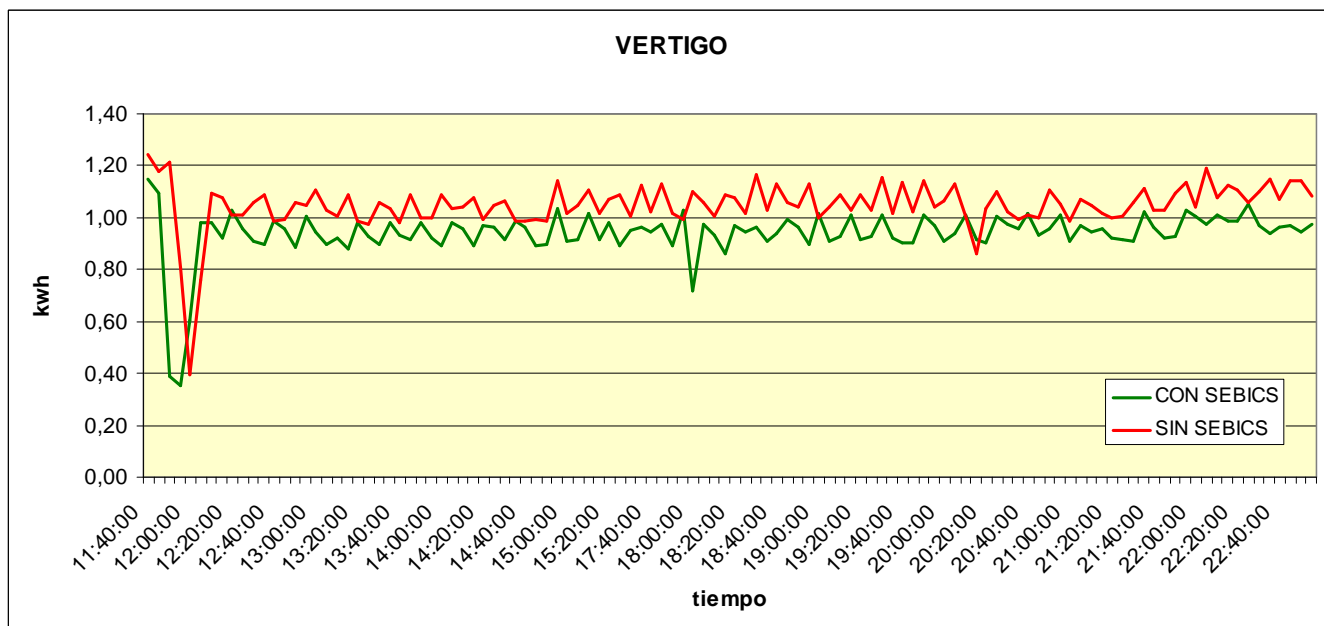
## CIRCUITO 1: VERTIGO

Tiempo	ENERGIA	CON SEBICS	ENERGIA	SIN SEBICS
11:40:00	0		0	
11:45:00	1,145781618	1,145781618	1,24475168	1,24475168
11:50:00	2,242609669	1,096828051	2,42450805	1,17975637
11:55:00	2,630019346	0,387409677	3,63827259	1,21376454
12:00:00	2,985771574	0,355752228	4,44799395	0,80972136
12:05:00	3,589003612	0,603232038	4,84369859	0,39570464
12:10:00	4,569677308	0,980673695	5,60446781	0,76076922
12:15:00	5,548683246	0,979005939	6,69743048	1,09296267
12:20:00	6,467337894	0,918654648	7,77222377	1,07479329
12:25:00	7,498600212	1,031262318	8,78176362	1,00953985
12:30:00	8,456873645	0,958273433	9,79211750	1,01035389
12:35:00	9,368104032	0,911230387	10,8520301	1,05991264
12:40:00	10,26696065	0,898856618	11,9417041	1,08967394
12:45:00	11,25337796	0,986417314	12,9272024	0,9854983
12:50:00	12,21257673	0,959198763	13,9200931	0,99289075
12:55:00	13,10102635	0,888449627	14,9771491	1,05705595
13:00:00	14,10626718	1,005240823	16,0246883	1,04753923
13:05:00	15,05208148	0,945814308	17,1292429	1,1045546
13:10:00	15,94927741	0,897195928	18,1594268	1,0301839
13:15:00	16,86817316	0,918895749	19,1654813	1,00605451
13:20:00	17,74635256	0,878179399	20,2571002	1,09161891
13:25:00	18,73029512	0,98394256	21,2458733	0,98877303
13:30:00	19,65972797	0,929432852	22,2239467	0,97807342
13:35:00	20,55858459	0,898856618	23,2810026	1,05705595
13:40:00	21,54080438	0,982219793	24,3133847	1,03238202
13:45:00	22,47352605	0,932721669	25,2931117	0,979727
13:50:00	23,38726376	0,913737703	26,3814234	1,08831176
13:55:00	24,36873156	0,981467806	27,3810320	0,99960856
14:00:00	25,29047785	0,921746289	28,3814546	1,0004226
14:05:00	26,18485331	0,894375457	29,4702819	1,08882734
14:10:00	27,16719476	0,982341452	30,5070758	1,03679391
14:15:00	28,12213268	0,954937919	31,5471585	1,04008263
14:20:00	29,01153757	0,889404887	32,6252405	1,07808201
14:25:00	29,98135893	0,96982136	33,6199793	0,99473887
14:30:00	30,94536766	0,964008737	34,6686408	1,04866143
14:35:00	31,85902985	0,913662186	35,7347314	1,06609062
14:40:00	32,84465056	0,985620709	36,7194967	0,98476532
14:45:00	33,80936306	0,964712504	37,7075974	0,98810073
14:50:00	34,70335760	0,893994544	38,7006686	0,99307116
14:55:00	35,60319761	0,899840007	39,6854339	0,98476532
15:00:00	36,64109826	1,037900644	40,8310455	1,14561159
15:05:00	37,55010053	0,909002277	41,8483234	1,01727787
15:10:00	38,46327345	0,913172916	42,8981116	1,0497882
15:15:00	39,48307680	1,019803349	44,0028718	1,10476022
15:20:00	40,39956652	0,916489723	45,0227601	1,01988834
17:25:00	41,38272550	0,98315898	46,0963064	1,07354625
17:30:00	42,27379815	0,891072644	47,1823114	1,08600501
17:35:00	43,22458302	0,950784878	48,1853561	1,00304471
17:40:00	44,18864455	0,96406153	49,3080475	1,12269141
17:45:00	45,13364133	0,944996781	50,3340961	1,02604858
17:50:00	46,10767670	0,974035369	51,4659047	1,13180865
17:55:00	46,99667962	0,889002913	52,480558	1,01465326



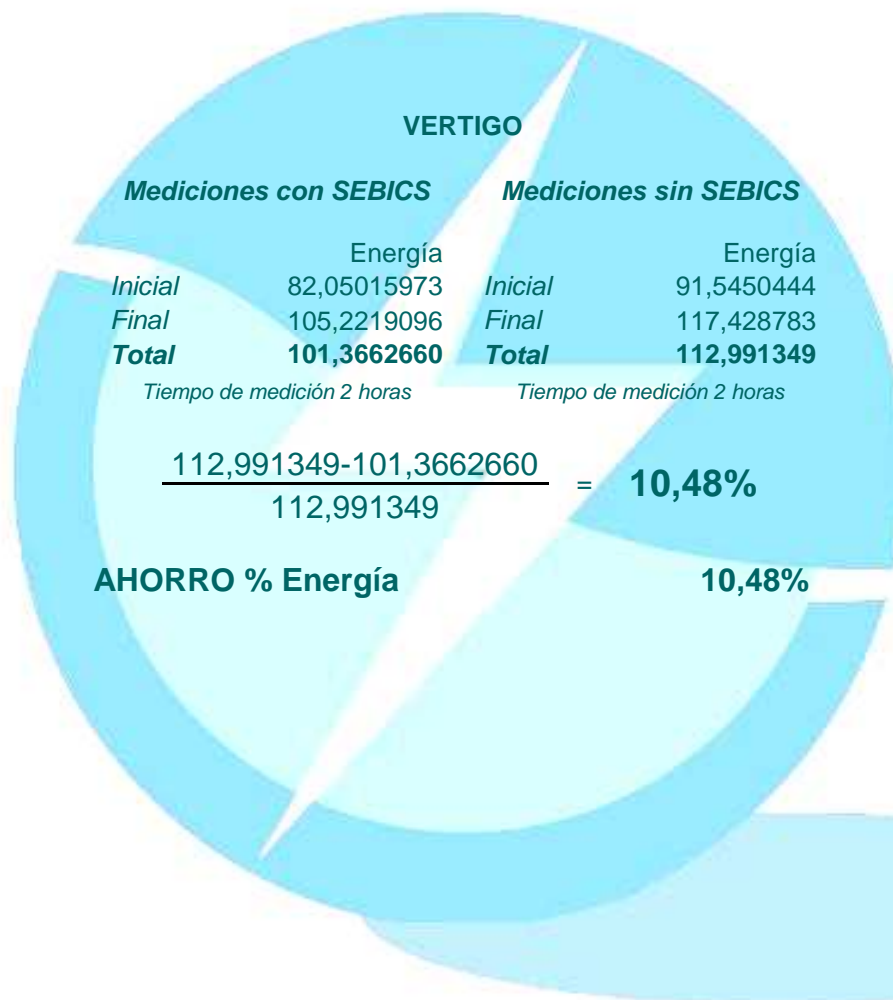
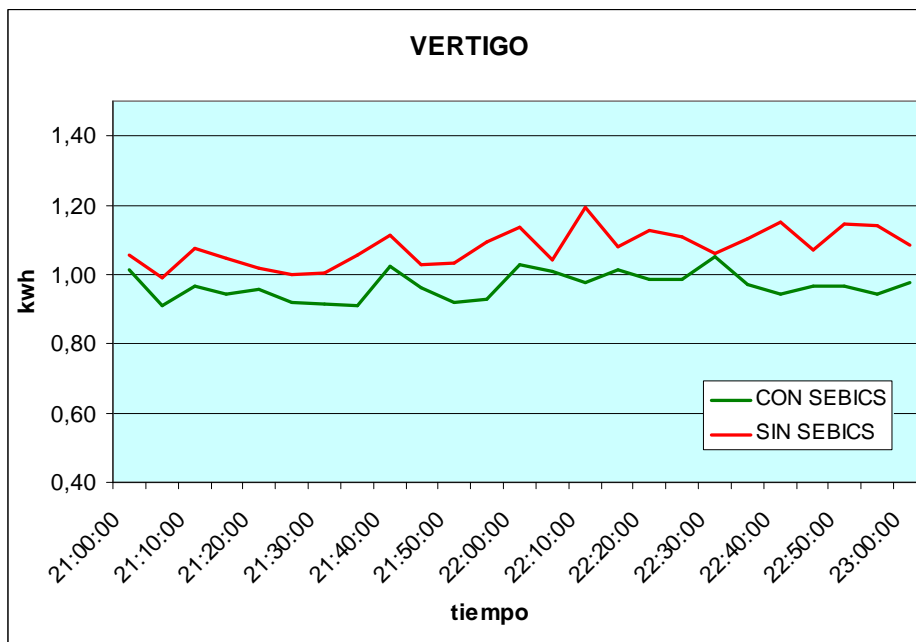
18:00:00	48,02400325	1,027323635	53,4753413	0,99478334
18:05:00	48,74355551	0,719552255	54,5771078	1,10176649
18:10:00	49,71664448	0,973088977	55,638228	1,06112019
18:15:00	50,64981676	0,93317228	56,6405314	1,00230341
18:20:00	51,51077972	0,860962955	57,7286424	1,08811099
18:25:00	52,47799857	0,96721885	58,8050957	1,07645324
18:30:00	53,42513367	0,947135101	59,8223735	1,01727787
18:35:00	54,38902172	0,963888048	60,9871301	1,16475656
18:40:00	55,30103499	0,912013273	62,0170765	1,02994641
18:45:00	56,24147551	0,940440518	63,1490876	1,13201109
18:50:00	57,23209852	0,990623009	64,2074604	1,05837282
18:55:00	58,19496964	0,962871126	65,2466075	1,03914707
19:00:00	59,09101286	0,896043214	66,3790794	1,13247194
19:05:00	60,10984875	1,018835895	67,3754860	0,99640658
19:10:00	61,01998615	0,910137393	68,4158416	1,04035559
19:15:00	61,94980878	0,929822632	69,5051493	1,08930773
19:20:00	62,95962886	1,009820087	70,5330789	1,02792953
19:25:00	63,87447660	0,914847739	71,6203689	1,08729002
19:30:00	64,79930761	0,924831001	72,6501583	1,02978942
19:35:00	65,81080252	1,011494911	73,8065738	1,15641552
19:40:00	66,73064189	0,91983937	74,8230307	1,0164569
19:45:00	67,63130289	0,900660999	75,9619761	1,13894533
19:50:00	68,53408225	0,902779366	76,9842454	1,02226935
19:55:00	69,54730575	1,013223497	78,1240117	1,13976629
20:00:00	70,51538203	0,968076284	79,1639832	1,0399715
20:05:00	71,42320707	0,907825037	80,2274015	1,06341835
20:10:00	72,36137098	0,938163911	81,3610945	1,13369293
20:15:00	73,37119107	1,009820087	82,3667146	1,00562012
20:20:00	74,28935561	0,918164547	83,2257098	0,85899524
20:25:00	75,1908376	0,901481991	84,2602775	1,03456766
20:30:00	76,19654206	1,005704458	85,3592253	1,09894776
20:35:00	77,16963104	0,973088977	86,3806737	1,02144839
20:40:00	78,12596707	0,95633603	87,375457	0,99478334
20:45:00	79,14588515	1,01991808	88,3843938	1,00893683
20:50:00	80,08069941	0,934814263	89,3825267	0,99813289
20:55:00	81,03648756	0,955788148	90,4900811	1,10755442
21:00:00	82,05015973	1,013672168	91,5450444	1,05496328
21:05:00	82,96081979	0,910660057	92,534628	0,9895836
21:10:00	83,92906484	0,968245055	93,6084744	1,07384637
21:15:00	84,87419284	0,945128001	94,6552664	1,04679198
21:20:00	85,82921986	0,955027016	95,6714162	1,01614985
21:25:00	86,75038182	0,921161964	96,6693641	0,99794792
21:30:00	87,66493359	0,914551767	97,6739546	1,00459048
21:35:00	88,57453585	0,909602259	98,7305786	1,05662392
21:40:00	89,59898622	1,024450371	99,8450319	1,11445332
21:45:00	90,56062343	0,961637213	100,872144	1,02711203
21:50:00	91,48155219	0,920928761	101,902559	1,03041474
21:55:00	92,40993681	0,928384615	102,996019	1,09346065
22:00:00	93,43707879	1,027141978	104,130976	1,13495715
22:05:00	94,44440306	1,007324272	105,171603	1,0406262
22:10:00	95,41839506	0,973991999	106,363024	1,1914216
22:15:00	96,43071096	1,012315903	107,442794	1,07976995
22:20:00	97,41554005	0,984829092	108,569793	1,12699854
22:25:00	98,40033631	0,984796253	109,677049	1,10725596
22:30:00	99,45347193	1,053135622	110,738986	1,0619377

22:35:00	100,4249681	0,971496183	111,842421	1,1034342
22:40:00	101,3662661	0,941297952	112,991349	1,1489283
22:45:00	102,3309786	0,964712504	114,059461	1,06811221
22:50:00	103,2989166	0,967937997	115,203212	1,143751
22:55:00	104,2437469	0,944830365	116,344457	1,14124473
23:00:00	105,2219096	0,978162638	117,428783	1,08432594
	<b>104,0761279</b>		<b>116,184031</b>	



Para un estudio aún más exhaustivo se ha seleccionado una franja de los datos de la tabla que figuran en color azul, en la gráfica se puede apreciar como se suavizan ligeramente los picos CON SEBICS en comparación con el periodo SIN SEBICS:

Tiempo	ENERGIA	CON SEBICS	ENERGIA	SIN SEBICS
21:00:00	82,0501597	1,013672168	91,5450444	1,05496328
21:05:00	82,9608198	0,910660057	92,5346280	0,9895836
21:10:00	83,9290648	0,968245055	93,6084744	1,07384637
21:15:00	84,8741928	0,945128001	94,6552664	1,04679198
21:20:00	85,8292199	0,955027016	95,6714162	1,01614985
21:25:00	86,7503818	0,921161964	96,6693641	0,99794792
21:30:00	87,6649336	0,914551767	97,6739546	1,00459048
21:35:00	88,5745358	0,909602259	98,7305786	1,05662392
21:40:00	89,5989862	1,024450371	99,8450319	1,11445332
21:45:00	90,5606234	0,961637213	100,872144	1,02711203
21:50:00	91,4815522	0,920928761	101,902559	1,03041474
21:55:00	92,4099368	0,928384615	102,996019	1,09346065
22:00:00	93,4370788	1,027141978	104,130976	1,13495715
22:05:00	94,4444031	1,007324272	105,171603	1,0406262
22:10:00	95,4183951	0,973991999	106,363024	1,1914216
22:15:00	96,4307110	1,012315903	107,442794	1,07976995
22:20:00	97,4155401	0,984829092	108,569793	1,12699854
22:25:00	98,4003363	0,984796253	109,677049	1,10725596
22:30:00	99,4534719	1,053135622	110,738986	1,0619377
22:35:00	100,424968	0,971496183	111,842421	1,1034342
22:40:00	101,366266	0,941297952	112,991349	1,1489283
22:45:00	102,330979	0,964712504	114,059461	1,06811221
22:50:00	103,298917	0,967937997	115,203212	1,143751
22:55:00	104,243747	0,944830365	116,344457	1,14124473
23:00:00	105,221910	0,978162638	117,428783	1,08432594
	<b>101,366266</b>		<b>112,991349</b>	

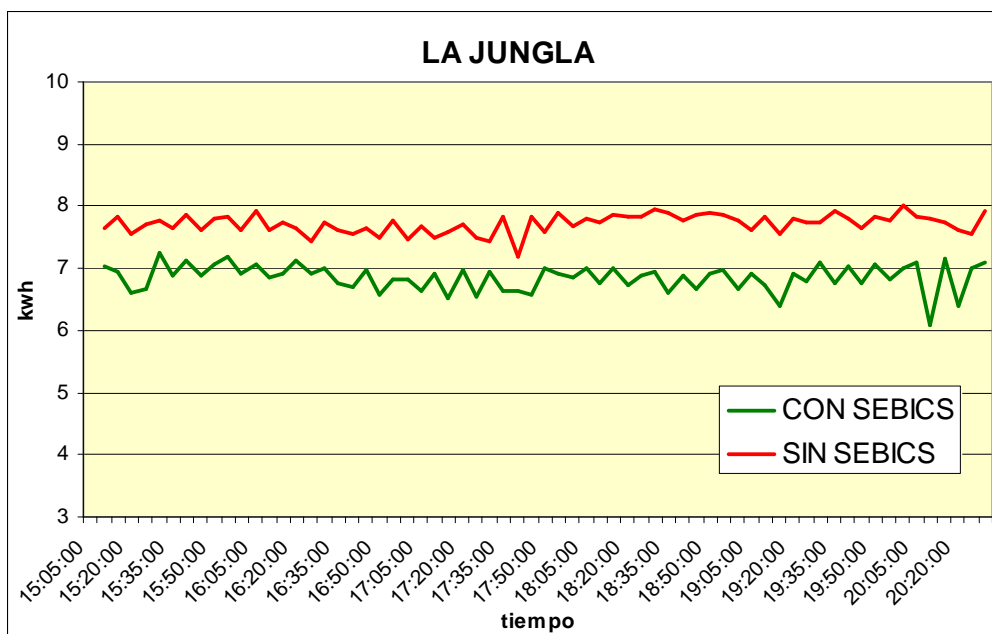




## CIRCUITO 2: LA JUNGLA

TIEMPO	ENERGÍA	CON SEBICS	ENERGÍA	SIN SEBICS
15:05:00	278,4864059		287,053428	
15:10:00	285,5088620	7,0224561	294,707483	7,6540544
15:15:00	292,4659826	6,9571206	302,543075	7,8355925
15:20:00	299,0708518	6,6048692	310,093775	7,5506994
15:25:00	305,7362068	6,6653550	317,800197	7,7064220
15:30:00	312,9864730	7,2502662	325,560634	7,7604373
15:35:00	319,8767979	6,8903249	333,197407	7,6367728
15:40:00	327,0124155	7,1356176	341,065633	7,8682267
15:45:00	333,9011730	6,8887575	348,685125	7,6194911
15:50:00	340,9617426	7,0605696	356,495960	7,8108355
15:55:00	348,1416227	7,1798801	364,312101	7,8161405
16:00:00	355,0397847	6,8981620	371,940233	7,6281320
16:05:00	362,1148226	7,0750379	379,867619	7,9273863
16:10:00	368,9571340	6,8423114	387,490566	7,6229475
16:15:00	375,8568633	6,8997293	395,236964	7,7463975
16:20:00	382,9957229	7,1388596	402,875465	7,6385010
16:25:00	389,9017220	6,9059991	410,317759	7,4422937
16:30:00	396,9130187	7,0112967	418,046606	7,7288479
16:35:00	403,6732354	6,7602167	425,659185	7,6125784
16:40:00	410,3639771	6,6907417	433,214466	7,5552810
16:45:00	417,3465781	6,9826010	440,866899	7,6524336
16:50:00	423,9274405	6,5808624	448,354648	7,4877485
16:55:00	430,7495498	6,8221093	456,137190	7,7825418
17:00:00	437,5654430	6,8158932	463,613029	7,4758389
17:05:00	444,1990078	6,6335648	471,299758	7,6867289
17:10:00	451,1181892	6,9191814	478,800166	7,5004083
17:15:00	457,6239366	6,5057474	486,376453	7,5762869
17:20:00	464,5874072	6,9634706	494,078976	7,7025236
17:25:00	471,1382611	6,5508539	501,584529	7,5055526
17:30:00	478,0778188	6,9395577	509,031445	7,4469156
17:35:00	484,7181623	6,6403435	516,872664	7,8412191
17:40:00	491,3600331	6,6418708	524,052075	7,1794112
17:45:00	497,9481832	6,5881501	531,875342	7,8232676
17:50:00	504,9605248	7,0123416	539,468563	7,5932204
17:55:00	511,8591557	6,8986309	547,371916	7,9033527
18:00:00	518,6993236	6,8401679	555,049870	7,6779541
18:05:00	525,7004120	7,0010884	562,846826	7,7969565
18:10:00	532,4696849	6,7692729	570,597537	7,7507113
18:15:00	539,4691657	6,9994808	578,458503	7,8609658
18:20:00	546,1877858	6,7186201	586,291095	7,8325916
18:25:00	553,0785127	6,8907269	594,123686	7,8325916
18:30:00	560,0212587	6,9427460	602,079487	7,9558006
18:35:00	566,6215194	6,6002607	609,974561	7,8950736
18:40:00	573,5138271	6,8923077	617,755334	7,7807735
18:45:00	580,1892967	6,6754696	625,607525	7,8521909
18:50:00	587,1037356	6,9144389	633,513370	7,9058445
18:55:00	594,0783657	6,9746301	641,369124	7,8557544
19:00:00	600,7568897	6,6785240	649,137572	7,7684485
19:05:00	607,6792327	6,9223430	656,741242	7,6036697
19:10:00	614,4117183	6,7324856	664,577076	7,8358337
19:15:00	620,7944041	6,3826858	672,129168	7,5520925
19:20:00	627,7025198	6,9081157	679,917216	7,7880478

19:25:00	634,5059810	6,8034612	687,659086	7,7418695
19:30:00	641,6026947	7,0967137	695,408029	7,7489430
19:35:00	648,3505865	6,7478918	703,333084	7,9250553
19:40:00	655,3982952	7,0477087	711,138949	7,8058653
19:45:00	662,1554307	6,7571355	718,772226	7,6332763
19:50:00	669,2095698	7,0541391	726,587000	7,8147741
19:55:00	676,0332331	6,8236633	734,360700	7,7737000
20:00:00	683,0461240	7,0128909	742,371788	8,0110886
20:05:00	690,1356303	7,0895063	750,207943	7,8361551
20:10:00	696,2221697	6,0865394	758,015590	7,8076470
20:15:00	703,3853442	7,1631745	765,752155	7,7365645
20:20:00	709,7890493	6,4037051	773,373240	7,6210854
20:25:00	716,7856901	6,9966408	780,937430	7,5641897
20:30:00	723,8928800	7,1071899	788,858868	7,9214382
	<b>445,4064741</b>		<b>501,805440</b>	



LA JUNGLA			
Mediciones con SEBICS		Mediciones sin SEBICS	
	Energía		Energía
Inicial	278,486406	Inicial	287,05343
Final	723,892880	Final	788,85887
<b>Total</b>	<b>445,406474</b>	<b>Total</b>	<b>501,80544</b>
Tiempo de medición 5 horas		Tiempo de medición 5 horas	

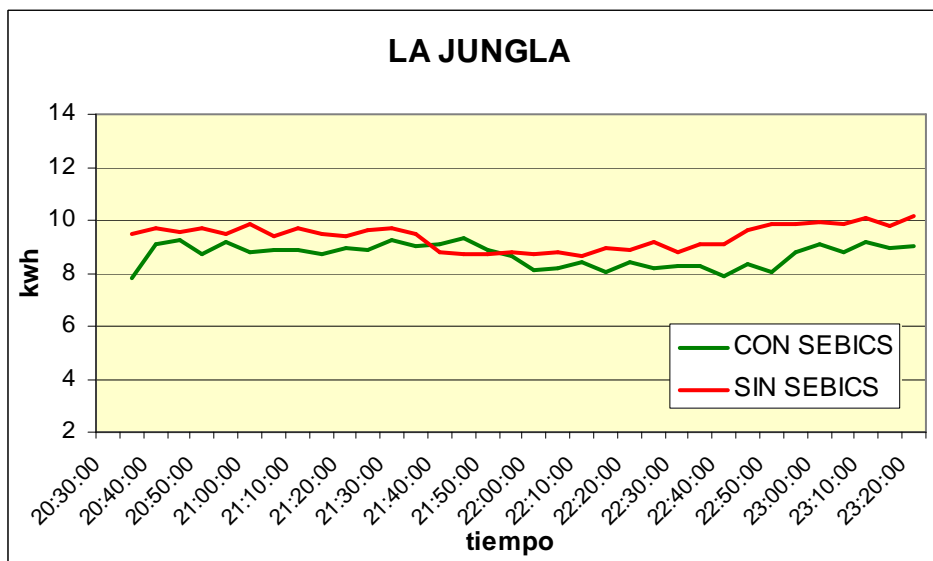
$$\frac{501,8054398 - 445,4064741}{501,8054398} = 11,24\%$$

**AHORRO % Energía**

**11,24%**

Para un estudio aún más exhaustivo se ha seleccionado una franja horaria en el las curvas son más paralelas:

TIEMPO	ENERGÍA	CON SEBICS	ENERGÍA	SIN SEBICS
20:30:00	737,814342		826,90322	
20:35:00	745,639324	7,8249824	836,34315	9,4399349
20:40:00	754,733398	9,0940736	846,01864	9,6754882
20:45:00	763,958357	9,2249589	855,59007	9,5714231
20:50:00	772,705699	8,7473416	865,26613	9,6760642
20:55:00	781,881465	9,1757664	874,76178	9,4956516
21:00:00	790,656779	8,7753137	884,58206	9,8202791
21:05:00	799,554471	8,8976922	894,01326	9,4312002
21:10:00	808,385863	8,8313921	903,69827	9,6850132
21:15:00	817,101053	8,7151896	913,20052	9,5022428
21:20:00	826,056900	8,9558470	922,59122	9,3907022
21:25:00	834,902707	8,8458070	932,23825	9,6470337
21:30:00	844,163421	9,2607145	941,96130	9,7230463
21:35:00	853,200492	9,0370710	951,44491	9,4836080
21:40:00	862,317260	9,1167675	960,26270	8,8177945
21:45:00	871,617936	9,3006767	968,96770	8,7049947
21:50:00	880,486303	8,8683669	977,68467	8,7169714
21:55:00	889,147317	8,6610136	986,45813	8,7734651
22:00:00	897,235664	8,0883470	995,18908	8,7309441
22:05:00	905,436502	8,2008387	1003,96254	8,7734650
22:10:00	913,820045	8,3835422	1012,61704	8,6545029
22:15:00	921,834777	8,0147325	1021,53192	8,9148800
22:20:00	930,273527	8,4387498	1030,40636	8,8744356
22:25:00	938,498573	8,2250465	1039,58092	9,1745606
22:30:00	946,779042	8,2804684	1048,35037	8,7694461
22:35:00	955,016654	8,2376125	1057,45178	9,1014150
22:40:00	962,909156	7,8925014	1066,51147	9,0596845
22:45:00	971,212800	8,3036446	1076,09818	9,5867085
22:50:00	979,224063	8,0112627	1085,92634	9,8281698
22:55:00	988,037812	8,8137488	1095,75904	9,8326979
23:00:00	997,141317	9,1035048	1105,69092	9,9318731
23:05:00	1005,910763	8,7694461	1115,57116	9,8802426
23:10:00	1015,114689	9,2039262	1125,67057	10,0994117
23:15:00	1024,092319	8,9776300	1135,43769	9,7671213
23:20:00	1033,147194	9,0548750	1145,57627	10,1385835
	<b>295,332852</b>		<b>318,67306</b>	



### LA JUNGLA

#### Mediciones con SEBICS

	Energía
<i>Inicial</i>	737,814342
<i>Final</i>	1033,147194
<b>Total</b>	<b>295,332852</b>

Tiempo de medición 3 horas

#### Mediciones sin SEBICS

	Energía
<i>Inicial</i>	826,90322
<i>Final</i>	1145,57627
<b>Total</b>	<b>318,67306</b>

Tiempo de medición 3 horas

$$\frac{318,6730554 - 295,3328519}{318,6730554} = 7,32\%$$

**AHORRO % Energía**

**7,32%**



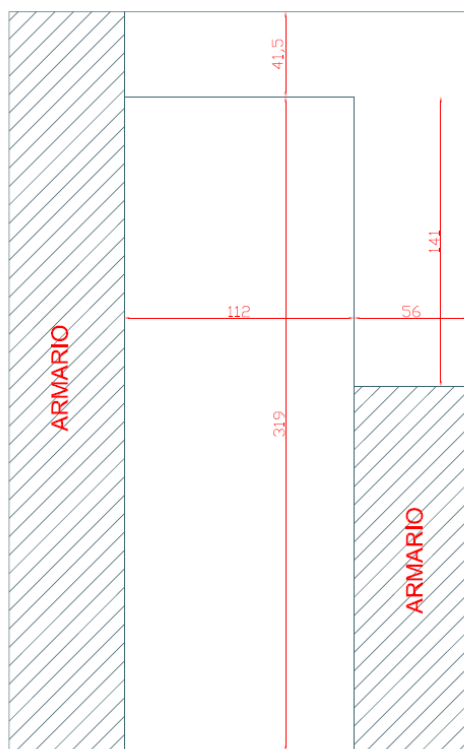
## 8. Reportaje fotográfico



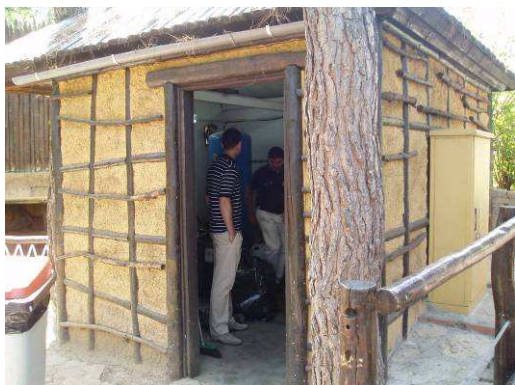
*CIRCUITO 1: VERTIGO – Caseta Cuadro de Baja*



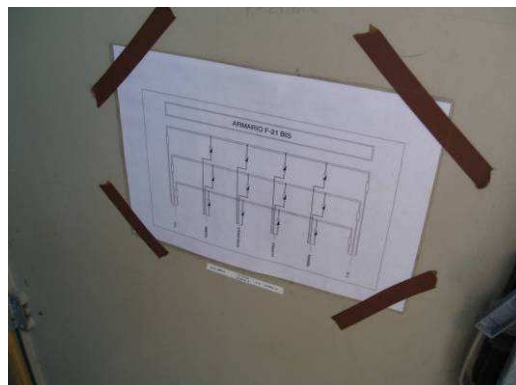
*CIRCUITO 1: VERTIGO – Equipo Sebics Instalado*



CASETA ATRACCION VERTICO



*CIRCUITO 2: LA JUNGLA – Caseta Cuadro Baja*



*CIRCUITO 2: LA JUNGLA – Esquema Eléctrico*



*CIRCUITO 2: LA JUNGLA – Caseta Cuadro Baja*

SEBICS SPAIN, S.L.  
Departamento Técnico  
Septiembre de 2009

COTIZACIÓN DISPOSITIVO DE AHORRO SEBICS

CLIENTE Parques Reunidos

FECHA COTIZACIÓN 2-nov-09

PROYECTO Parques Reunidos

PEDIDO SES09-105 Parques Reunidos-Parque Atracciones

DISPOSITIVO	REFERENCIA	POTENCIA	VENTA EN DESTINO	INSTALACIÓN	CANTIDAD	TOTAL
450 Kva	SB-B380-440V 50Hz 450 Kva	684 A	16.064,29 €	5.446,28 €	7	150.574,01 €
800 Kva	SB-B380-440V 50Hz 800 Kva	1216 A	27.495,77 €	6.954,81 €	6	206.703,47 €
						- €
						- €
						- €
						- €
						- €

**357.277,47 €**

**PLAN DE AMORTIZACIÓN**

		AHORROS			LEASING	
CONSUMO MEDIO MES		6%	12%	20%		
747671 Kwh	amortización meses	67	34	20	24 Meses	15.862,02 €
COSTE ENERGÍA MES	mensual	5.309,37 €	10.618,74 €	17.697,90 €		
72.470,46 €	1 año	52.178,73 €	104.357,47 €	173.929,11 €	36 Meses	10.945,28 €
PRECIO INSTALADO	4 años	218.296,36 €	436.592,72 €	727.654,53 €		
357.277,47 €	10 años	598.170,70 €	1.196.341,41 €	1.993.902,35 €	48 Meses	8.560,79 €
	15 años	970.467,77 €	1.940.935,55 €	3.234.892,58 €		
	25 años	1.902.398,24 €	3.804.796,48 €	6.341.327,47 €	60 Meses	7.196,07 €

**COMENTARIOS A LA OFERTA**

La oferta de instalación es orientativa, por lo que será confirmada tras la visita de nuestros técnicos de instalación.

estudio realizado sobre todo el Parque de Atracciones

Esta oferta será válida hasta el día 1/12/2009, tras esta fecha podrá ser revisada

ACEPTO, CLIENTE

FIRMA SEBICS



## **ANEXO II: INFORME EQUIPO DE AHORRO ENERGÉTICO “FORCE”**



REFERENCIA: OC-102-JS

1 de marzo de 2010

SECTOR OCIO

ZONA MADRID

Attn.: D. Salvador García Moral

PARQUES REUNIDOS

Casa de Campo s/n

28011 MADRID

## SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO

- **FORCE GLOBAL – equipos detallados en Anexo I.**
- **Contenedor de montaje.**



### DESCRIPCIÓN

Las sociedades actuales precisan elevados consumos de los recursos energéticos para su funcionamiento. Petróleo, gas, energía hidráulica, energía eólica y otras de menor utilización derivan mayoritariamente en producción de energía eléctrica, que se ha convertido en la fuente principal de funcionamiento de las modernas economías.

La búsqueda de sistemas, productos y componentes que ayuden a reducir el consumo de energía eléctrica en las instalaciones de todo tipo ha sido y sigue siendo un reto de la tecnología energética eléctrica, a la que los investigadores de este tema han respondido con diferentes soluciones que parcialmente han respondido con mayor o menor éxito. Las baterías de condensadores, para compensar la energía reactiva, los reguladores de tensión o los filtros de armónicos han cooperado también en esta tarea.

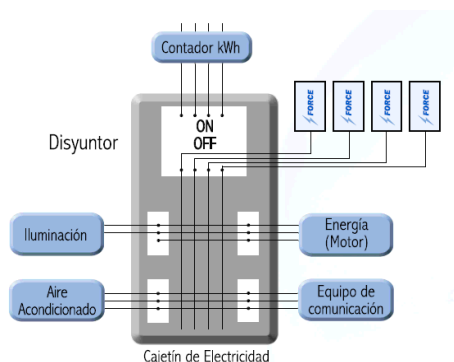
El diseño de instalaciones eléctricas de mayor eficiencia es otro medio importantísimo para reducir el consumo. Instalaciones con detectores de presencia, reguladores de intensidad luminosa, sistemas de almacenamiento térmico para calefacciones y muchos otros instrumentos utilizados por los ingenieros eléctricos en los proyectos de instalaciones están contribuyendo a la mayor eficiencia de las instalaciones y a un menor consumo de energía eléctrica.

**FORCE GLOBAL** ha desarrollado un **SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO** innovador que, siendo compatible con los sistemas ya existentes en proyectos eléctricos, consigue mejorar de una forma sensible el consumo de energía eléctrica en todo tipo de instalaciones, bien sean domésticas, de servicios e industriales (públicas y privadas).



Los Ahorros típicos oscilan entre el siete y el quince por ciento de la energía consumida dependiendo del tipo de instalación.

El **SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO** desarrollado por **FORCE GLOBAL** consta de varios módulos que se instalan aguas arriba inmediatamente después del disyuntor principal de la red eléctrica de la instalación. La conexión es en paralelo y los módulos se instalan en cada fase de la red de entrada (y el neutro).



El **SISTEMA DE AHORRO** descrito consta por tanto de cuatro módulos en instalaciones trifásicas y dos en las monofásicas.



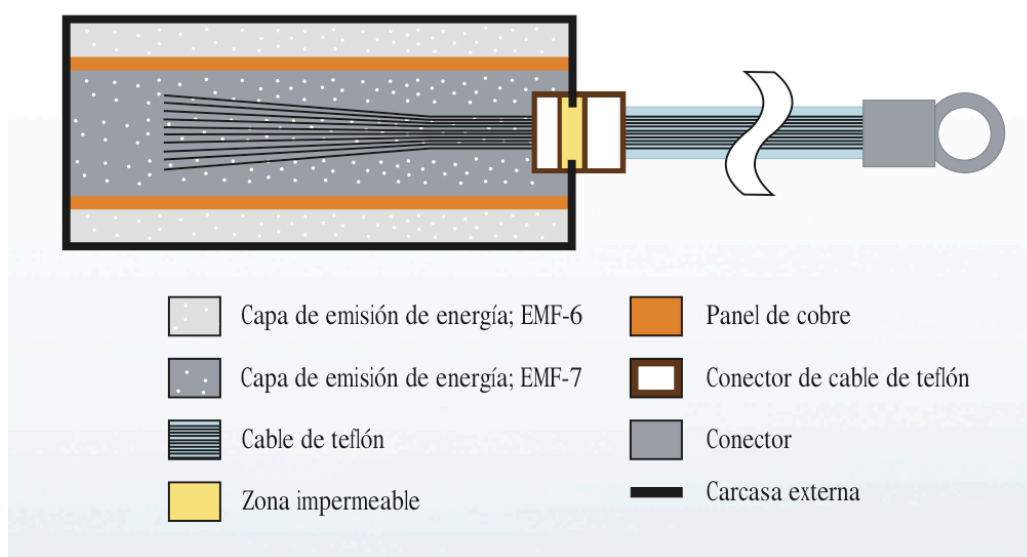
La instalación es rápida y sencilla, precisando una breve apertura del disyuntor o seccionador para la conexión de los módulos FORCE GLOBAL. Tiempo estimado para la instalación de menos de 30 minutos.

La seguridad de la instalación está garantizada. La conexión de los componentes FORCE GLOBAL es en paralelo con las fases de entrada de red y sin retorno a tierra. No presentando por tanto consumo adicional.

**El funcionamiento** se basa en un efecto físico (magnetic Shield effect) ya que mediante el uso de compuestos EMF6 y EMF7 se induce un campo magnético (dentro de la carcasa del sistema) el cual se induce en la red y mejora el flujo de corriente a través de la red eléctrica aguas abajo disminuyendo la impedancia aparente, atenuando efectos indeseables como ruido, armónicos, etc. (shield effect) y reduciendo la potencia reactiva en redes con factores de potencia muy bajos.

El SISTEMA DE AHORRO FORCE consta de los siguientes elementos:

1. Una capa de compuesto ionizado EMF-6 (Ionization layer).
2. Una capa EMF7 formada por diferentes compuestos de carácter magnético (Layer of energy emission).
3. Capa conductiva en la parte central del módulo inmersa dentro de la capa EMF 7 conectada a través de un cable de teflón.
4. Un sistema de aislamiento antihumedad del cable y de los componentes internos que se efectúa mediante un sellado sólido.



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las **dimensiones** varían de acuerdo con la potencia del componente, oscilando sus límites entre:

- 80x13x35 mm para componentes de instalaciones de 5kW, y
- 190x380x130 para componentes de 1.000kW.

Hay que observar que se suministran dos o cuatro de estos componentes, según sea la red monofásica o trifásica, integrados en una caja con capacidad adecuada a esto volúmenes.

**Peso** entre:

- Aproximadamente 1,5 Kg. para componentes de 5 KW
- Aproximadamente 56 Kg. para 1.000 KW

**Vida útil de funcionamiento** superior a 15 años.

## GARANTÍAS

- 2 años contra todo defecto de fabricación

## INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

**FORCE GLOBAL** dispone de Servicio Técnico para efectuar la instalación del equipo. Los importes están incluidos en esta Oferta.

Los técnicos de **FORCE GLOBAL** efectuarán un mantenimiento de las instalaciones de los **SISTEMAS DE AHORRO DE ENERGÍA FORCE**.

El mantenimiento anual es efectuado por el Servicio Técnico de **FORCE GLOBAL** durante los **primeros dos años**.

## ESTUDIOS DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO

En caso de requerirse, en instalaciones de potencia superior a 500 Kw, el departamento técnico de **FORCE GLOBAL** podrá entregar al cliente un análisis de la eficiencia aportada por el sistema teniendo en cuenta periodos de tiempo y referencias antes y después de la instalación.

Se requiere por tanto la colaboración del cliente en la aportación de datos de consumo cuarto-horarios, diagramas unifacares y curvas de carga proporcionados por la compañía de suministro eléctrico. Dichos datos necesarios son previos a la instalación del equipo Force y después de la misma.

Estudios adicionales por empresas independientes colaboradoras confirmando los resultados aportados por Force podrán efectuarse en ciertos casos.

## **PRECIO DEL SISTEMA OFERTADO**

El importe de los componentes del SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO descritos en la primera página incluye transportes, seguros e instalación.

Siendo el precio estándar total del sistema de 50€ por KW instalado (IVA no incluido).

**Precio especial para Parques Reunidos de 45€ por KW instalado (IVA no incluido).**

Equipos.....detallados en Anexo I

Potencia total.....9380 kW

Precio instalación.....(Incluida)

Precio Total .....422.100€ (IVA no incluido)

**OFERTA Válida hasta 30 de abril de 2010**

## ANEXO I

			Retorno de inversión		
	FORCE kW	Precio kWh	5%	7%	9%
ZOO 1	130	0,073828€	41 meses	30 meses	23 meses
ZOO 2	150	0,072446€	35 meses	25 meses	19 meses
ZOO 3	200	0,073078€	26 meses	18 meses	14 meses
ZOO 4	400	0,075002€	35 meses	25 meses	20 meses
PAM*	3500	0,074821€	68 meses	49 meses	38 meses
WARNER*	5000	0,073658€	78 meses	56 meses	43 meses

**TOTAL 9380 kW**

\* En los casos del Parquer Warner y del Parque de atracciones es necesario saber las potencias reales de los transformadores para poder saber la dimensión de los equipos

### ANEXO III: TERMINOLOGÍA

**Amperio:** Unidad de medida de la corriente eléctrica, que debe su nombre al físico francés André Marie Ampere, y representa el número de cargas (coulombs) por segundo que pasan por un punto de un material conductor. (1Amperio = 1 coulomb/segundo).

**Armónicos:** Variaciones de amplitud periódicas con frecuencias múltiplos de la fundamental de 50 ó 60 Hz.

**Bobina:** Arrollamiento de un cable conductor alrededor de un cilindro sólido o hueco, con lo cual y debido a la especial geometría obtiene importantes características magnéticas.

**Corriente eléctrica:** Es el flujo de electricidad que pasa por un material conductor; siendo su unidad de medida el amperio. y se representan por la letra I.

**Corriente eléctrica alterna:** El flujo de corriente en un circuito que varía periódicamente de sentido. Se le denota como corriente A.C. (Alterncurrent) o C.A. (Corriente alterna).

**Corriente eléctrica continua:** El flujo de corriente en un circuito producido siempre en una dirección. Se le denota como corriente D.C. (Directcurrent) o C.C. (Corriente continua).

**Desequilibrio de tensiones:** En un sistema trifásico, condición en la que los valores eficaces de tensión de las tres fases no son iguales o los ángulos entre fases consecutivas no son iguales.

**Distribución:** incluye el transporte de electricidad de bajo voltaje (generalmente entre 120 V y 34.500 V) y la actividad de suministro de la electricidad hasta los consumidores finales.

**Electricidad:** Fenómeno físico resultado de la existencia e interacción de cargas eléctricas. Cuando una carga es estática, esta produce fuerzas sobre objetos en regiones adyacentes y cuando se encuentra en movimiento producirá efectos magnéticos.

**Energía activa (medida en KWh):** es la energía presente en una instalación de c.a. que es usada para convertirla en energía mecánica, calor, etc.

**Energía reactiva (medida en kVarh):** es la energía presente en una instalación de c.a. la cual se puede presentar en dos formas:

- La requerida por los circuitos inductivos, como ser los motores, transformadores, lámparas de descarga, etc.
- La requerida por los circuitos capacitivos, como ser la capacidad de los cables, condensadores, etc.

**Factor de distorsión armónica:** Es una medida del alejamiento de la forma de una función periódica cualquiera con respecto a otra con forma de onda sinusoidal pura. Este factor de distorsión, normalmente se expresa en porcentaje. Hay dos tipos de factores de distorsión: factor de distorsión de voltaje (THDV) y factor de distorsión de corriente (THDI).

**Factor de potencia:** El factor de potencia (FP) se define como el cociente entre la potencia activa y la potencia aparente:

$$FP=P/S \cong \cos \varphi$$

La igualdad entre el FP y el  $\cos(\varphi)$  es válida para sistemas sinusoidales puros, no así cuando existe distorsión armónica en la instalación.

**Flicker:** Sensación de parpadeo del alumbrado, debido a las fluctuaciones de la tensión entre 0,5 Hz y 25 Hz. La medida se realiza mediante un parámetro llamado perceptibilidad, P, para tiempos cortos (10 minutos) el parámetro se llama Pst y para tiempos largos (2 horas) el parámetro se llama Pit.

**Fluctuaciones de tensión:** Cambios del valor eficaz (envolvente de la amplitud) que se repiten de forma periódica.

**Generación de energía:** comprende la producción de energía eléctrica a través de la transformación de otro tipo de energía (mecánica, química, potencial, eólica, etc.) utilizando para ello las denominadas centrales eléctricas (termoeléctricas, hidroeléctricas, eólicas, nucleares, etc.)

**Generador:** Dispositivo electromecánico utilizado para convertir energía mecánica en energía eléctrica por medio de la inducción electromagnética.

**Huecos:** Son disminuciones del valor eficaz, comprendidos entre el 90% y el 1%, que pueden durar desde medio ciclo hasta 1 minuto.

**Inducción electromagnética:** Es la creación de electricidad en un conductor, debido al movimiento de un campo magnético cerca de este o por el movimiento de él en un campo magnético.

**Interrupción corta:** Son bajadas de tensión hasta un valor inferior al 1 % de la tensión nominal y con duración entre medio ciclo y un minuto.

**Interarmónicos:** Variaciones de amplitud periódicas con frecuencias no múltiplos de la fundamental.

**Kilovatio o kilowatt:** Es un múltiplo de la unidad de medida de la potencia eléctrica y representa 1000 vatios/watts.

**Microcorte:** Este término no aparece propiamente definido en la norma EN 50.160, pero suele aplicarse como sinónimo de interrupción corta con duración de algunos milisegundos. Este tipo de perturbación aparece típicamente en los disparos de protecciones con reenganche automático.

**Perturbación conducida:** Fenómeno electromagnético propagado a través de las líneas de distribución.

**Potencia nominal del equipo Sequ:** Se calcula de distinta forma según el tipo de carga.

Para equipos entre fase y neutro:

$$S_{sequ} = U_{fase-N} * I_{sequ}$$

Para equipos entre fase y fase:

$$S_{sequ} = U_{fase-fase} * I_{sequ}$$

Para equipos trifásicos equilibrados:

$$S_{equ} = \sqrt{3} * U_{fase-fase} * I_{equ}$$

**Resistencia eléctrica:** Se define como la oposición que ofrece un cuerpo a un flujo de corriente que intente pasar a través de sí.

**Tensión nominal:** Diferencia de potencial específica, para la que se diseña un equipo o una instalación. Se llama nominal porque la tensión puede variar por distintas circunstancias durante la operación.

**Tierra:** Comprende a toda la conexión metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones no existan diferencias potenciales peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falla o la de descargas de origen atmosférico.

**Transformador:** Dispositivo utilizado para elevar o reducir el voltaje. Está formado por dos bobinas acopladas magnéticamente entre sí.

**Transitorios (picos y huecos):** Perturbaciones, generalmente picos con oscilación, causadas por conexión-desconexión de cargas inductivas o capacitivas o por descargas atmosféricas. Este tipo de perturbaciones, a veces denominadas “parásitos” o con mayor propiedad “EMI” (Electromagnetic Interferences) sólo son medibles con osciloscopios o registradores que permitan ver la forma de onda. Su correcta cuantificación debe hacerse midiendo su espectro de amplitudes entre 10 kHz y 30 MHz con analizadores de espectro dedicados. No obstante la cuantificación del  $dU/dt$  resulta también interesante.

**Variaciones de tensión (lentas):** Aumento o disminución del valor eficaz debido a las fluctuaciones de carga. Suelen medirse en promedios de 3 segundos. En general, en distribución se exige mantener la tensión dentro de un  $\pm 10\%$  durante el 95% del tiempo.

**Variaciones rápidas de tensión:** Cambio del valor eficaz, mantenido durante un tiempo indefinido y sin ninguna cadencia conocida de repetición. Se trata de escalones provocados habitualmente por la inserción de cargas cuyas consecuencias más perniciosas suelen depender de la rapidez de cambio de la tensión, que se llamará  $dU/dt$ . Este tipo de perturbaciones puede encuadrarse mejor dentro de los fenómenos EMI y las consecuencias suelen ser los fallos intempestivos de la electrónica de control.

**Voltio:** Es la unidad de fuerza que impulsa a las cargas eléctricas a que puedan moverse a través de un conductor. Su nombre, voltio, es en honor al físico italiano, profesor en Pavia, Alejandro Volta quien descubrió que las reacciones químicas originadas en dos placas de zinc y cobre sumergidas en ácido sulfúrico originaban una fuerza suficiente para producir cargas eléctricas.

**Voltímetro:** Es un instrumento utilizado para medir la diferencia de voltaje de dos puntos distintos y su conexión dentro de un circuito eléctrico es en paralelo.

**Vatio o Watt:** Es la unidad de potencia de un elemento receptor de energía (por ejemplo una radio, un televisor). Es la energía consumida por un elemento y se obtiene de multiplicar voltaje por corriente.

## ANEXO IV: RECURSOS UTILIZADOS

Analizador de redes: instrumentación para el estudio del estado y la calidad de la red eléctrica.

Características Técnicas:

Modelo: CIRCUTOR CIR-e3

- Tensión: 10 a 400 V c.a. (fase neutro)
- Corriente: 0.1 A a 20 kA
- Seguridad: Categoría III – 600 V, según EN61010



Figura CAR. 85. Analizador de redes CIR –e3

- Software para el tratamiento de la información: para la interpretación de la información recopilada por el analizador de redes y la obtención de gráficas, se ha utilizado el software correspondiente de la casa Circutor: PowerVision 1.8.



**ANEXO V: NORMATIVA**

- Disposición Derogatoria única del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, queda derogado el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, aprobado por Decreto de 12 de marzo de 1954
- Disposiciones relacionadas posteriores:
  - Derogada parcialmente por real decreto 2351/2004, de 23 de diciembre
  - Es ampliada por Instrucción de 27 de marzo de 2001
  - Derogada parcialmente por Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre
  - Derogada parcialmente por Real Decreto 841/2002, de 2 de agosto
  - Es ampliada por Instrucción de 17 de noviembre de 2004
  - Es modificada por Resolución de 20 de diciembre de 2001
  - Es modificada por Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo
  - Es complementada por Instrucción de 11 de enero de 2006
  - Real Decreto 325/2008, de 29 de febrero, por el que se establece la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica para instalaciones puestas en servicio a partir del 1 de enero de 2008. Observaciones: Deroga los Arts. 117 y 119 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre
- IEC 61000-4-30, Clase A: Esta norma describe la forma en que el dispositivo de medida debe realizar internamente el registro de los datos.
- UNE-EN 50160: Esta norma define la calidad de la tensión suministrada por el proveedor de energía eléctrica, de obligado cumplimiento según el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- UNE-EN 61010: Esta norma afecta al diseño del equipo de medida en lo que se refiere a la seguridad del usuario. Como los analizadores de red se utilizan en entornos de alta energía, es muy importante cumplir esta norma.
- EN 60289 Reactancias para filtros y limitación de corrientes de cortocircuito.
- IEC 61642 Redes industriales afectadas por armónicos: aplicación de filtros y condensadores.
- IEEE Std 519-1992 Recomendación sobre límites de armónicos en USA.
- 89/336/EEC, 92/31/EEC, 93/68/EEC Directivas Europeas de Compatibilidad.
- IEC 60831-1 Condensadores de potencia auto-regenerables hasta 1000 V. Guía de instalación.
- EN 55024 Transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.
- EN 12015: Soluciones Técnicas Disponibles en armónicos.
- R.D. 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

**ANEXO VI: BIBLIOGRAFÍA**

- BalcellsSendra J., Calidad y uso racional de la Energía Eléctrica. Circutor S.A.
- Balcells J., Daura F., Esparza R., Pallás R., Interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos. Marcombo (1992).
- Norma EN-50.160; CENELEC (Distribuye en España AENOR).
- Arrillaga J., Eguiluz L.I., Armónicos en sistemas de potencia. Servicio de Publicaciones Universidad de Cantabria.
- Norma Suiza SN 413724-2, Norme Technique de l'ASE (ASE 3724-1-1991). Installations de compensation d'énergie reactive et de filtrage d'harmoniques Dans les reseaux basse tension. Partie 1: Règles et Partie 2: Commentaires et calculs.
- Ras, E; Teoría de Circuitos; Ed. Marcombo.



# Parque de Atracciones de Madrid

## Sistemas Eléctricos



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>130</b>
1.1	Objetivo.....	130
1.2	Alcance del estudio.....	130
1.3	Normativa de aplicación.....	130
<b>2</b>	<b>Análisis de la situación actual.....</b>	<b>131</b>
2.1	Sistemas de iluminación.....	131
2.1.1	Iluminación interior.....	131
2.1.2	Iluminación exterior.....	132
2.2	Motores y bombas.....	134
2.3	Consumos complementarios.....	135
<b>3</b>	<b>Análisis de las mejoras disponibles.....</b>	<b>137</b>
3.1	Sistemas de iluminación.....	137
3.2	Motores y bombas.....	144
3.3	Consumos complementarios.....	145
<b>4</b>	<b>Análisis de viabilidad económica.....</b>	<b>146</b>
4.1	Sistemas de Iluminación.....	146
4.2	Motores y bombas.....	154
4.3	Consumos complementarios.....	156
<b>5</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>157</b>
<b>6</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>164</b>



# 1 Introducción

Los sistemas eléctricos a estudiar son **iluminación, motores y bombas, así como los consumos complementarios**.

A partir de las especificaciones propias del presente proyecto donde sólo se llevarán a estudio las medidas a aplicar cuyo período de retorno de la inversión sea inferior a dos años o en casos excepcionales, menor a cinco, puede que alguno de los sistemas anteriores no sean llevados a estudio.

## 1.1 Objetivo

El objetivo del presente documento es realizar un diagnóstico de las diferentes tecnologías de sistemas eléctricos presentes en el parque, para en función de ellas realizar el estudio de su posible adaptación o sustitución por otras tecnologías más eficientes presentes en el mercado y que puedan repercutir de una forma notable en el ahorro energético del parque.

Los sistemas eficientes instalados o aquellos sobre los cuales las medidas a adoptar no repercutan en ahorros energéticos significativos y rápidamente amortizables no serán objeto de estudio.

## 1.2 Alcance del estudio

Dado el amplio abanico de posibilidades que se podrían presentar en lo que se refiere a sistemas eléctricos se ha hecho una clasificación según su funcionalidad. Podemos distinguir:

### *Sistemas de iluminación*

Este apartado hará referencia tanto a las luminarias como a las lámparas presentes en el parque, ya sean de iluminación exterior como interior.

### *Motores y bombas*

Se estudiarán algunos motores del parque susceptibles a aplicar medidas de ahorro energético, así como los sistemas de bombeo.

### *Consumos complementarios*

Este apartado comprenderá los consumos eléctricos presentes y que queden fuera de los apartados anteriores.

## 1.3 Normativa de aplicación

Para la realización del presente documento, se ha tenido presente en todo momento lo establecido al respecto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como en todas las normas que en este se hace referencia.

## 2 Análisis de la situación actual

### 2.1 Sistemas de iluminación

#### 2.1.1 Iluminación interior.

El parque de atracciones desde el punto de vista de iluminación de interior cuenta con multitud de recintos entre los que destacan los destinados a la restauración, servicios generales, merchandising, así como ciertas atracciones.

Entre las tecnologías más destacadas de iluminación interior encontradas a lo largo del parque podemos destacar:

- Halógenas dicroicas **50 W**. Principalmente en tiendas de souvenirs y como iluminación decorativa en ciertas máquinas.



Figura STE 1. Ejemplos de halógena dicroica

- Halógenas lineales. Principalmente en zonas de restauración
- Downlight de fluorescencia compacta **2x26 W**. Igualmente de gran uso en zonas de restauración y en edificio de oficinas centrales.



Figura STE 2. Ejemplos de downlight en Restaurante Buffet.

**Hay que destacar por encima de todos estos consumos los consumos de iluminación pertenecientes a la atracción Fantasía.**

Esta atracción se basa principalmente en iluminación, permaneciendo esta encendida durante toda la jornada de apertura al público. Debido a la gran cantidad de luminarias presentes y su elevado número de horas de funcionamiento, se podrían conseguir importantes ahorros.



Las lámparas encontradas en la revisión de dicha atracción son:

- 42 unidades de proyectores halógenos lineales de **125W**.
- 261 unidades de proyectores incandescentes modelo GE 300 PAR 56/MFL de **300W**.
- 7 unidades de incandescencia de **60W**.



Figura STE 3. Ejemplos de iluminación en Fantasía.

Junto a estos consumos existen otros de menor relevancia como la iluminación de teatros, salas de cine o simuladores que debido a su poco uso no repercutirán en un gran ahorro.

Destacar igualmente la iluminación interior de los diferentes aseos ubicados por el parque que constan para su correcta regulación de sensores de presencia y las oficinas centrales donde está implantada la fluorescencia lineal.

### 2.1.2 Iluminación exterior.

En el parque se puede distinguir entre dos tipos de iluminación exterior; las pertenecientes a **iluminación viaria y las particulares de cada atracción.**

Respecto a las viarias existen dos tipos de luminarias según su uso, las denominadas tipo “noche”, que serán aquellas que permanezcan encendidas toda la noche y cuya regulación se realiza automáticamente a través de fotocélulas y las de parque que permanecerán encendidas solamente cuando lo requieran las condiciones lumínicas mientras el parque permanezca en horario de apertura al público. Este último tipo de luminarias serán gestionadas a través de fotocélulas y relojes, para realizar una discriminación más exhaustiva. Según su tecnología podemos distinguir:

- Fluorescencia compacta de **26 W**
- Vapor de Mercurio de **125 W**
- Vapor de Sodio **400 W**
- Y en menor medida algún proyector de halogenuros.





Figura STE 4. Diferentes tecnologías de iluminación exterior presentes en el parque.

Como se ha expuesto anteriormente, aparte de la iluminación vial también existe tanto iluminación asociada a cada atracción como la decorativa que funcionará durante la noche y mientras la atracción permanezca encendida. Destacar principalmente:

- Incandescencia, tanto de **40 W** como de **60 W**
- Proyector de sodio **400 W**
- Proyector Led
- Proyector halogenuros...



Figura STE 5. Iluminación exterior de atracciones (izquierda) y decorativa (derecha).

El Real Decreto 1890/2008 obliga a que cualquier tipo de luminaria presente en exterior no produzca una emisión lumínica a su hemisferio superior al 25% o al 5%, dependiendo de calificación de la zona donde se encuentren instaladas.

**Deberán estar adaptadas a este Real Decreto todas las luminarias presentes en instalaciones de exterior.** La mayoría de las luminarias presentes en el parque no cumplirían este reglamento, al tratarse tanto de luminarias tipo globo sin ningún tipo de limitación superior como iluminación ascendente de atracciones.

Se han observado ciertas luminarias, igualmente tipo globo, ya adaptadas a este nuevo decreto.

## 2.2 Motores y bombas

En el parque existen multitud de motores y bombas ya que todas las atracciones se mueven tanto de forma eléctrica a través de motores como por corrientes de agua generadas por diversos sistemas de bombeo.

Independientemente a las atracciones existe una gran fuente ornamental frente a la entrada principal del parque que consta de **ocho bombas** para realizar los distintos efectos.

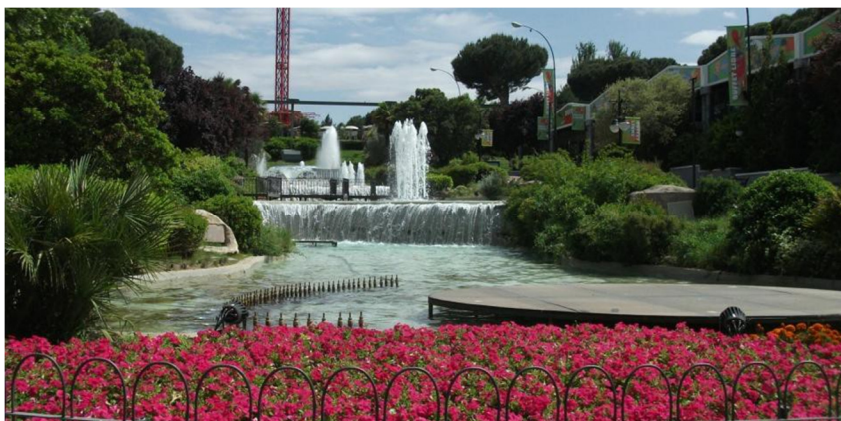


Figura STE 6. Instantánea de fuente ornamental en funcionamiento.

El estudio eléctrico independiente de los diversos motores presentes en el parque no se realizará como tal al estar éstos dimensionados de forma correcta para cada atracción en particular, aunque sí se intentará realizar una gestión eficaz de su uso.

Las diferentes bombas presentes en el parque, tanto las dedicadas a las atracciones de agua como las de la fuente ornamental, representan un consumo elevado y permanente al estar en funcionamiento todas las horas que el parque permanece abierto.

Estos sistemas de bombeo funcionarán a régimen continuo sin ningún tipo de regulación debido al diseño de la propia atracción por lo que **la adaptación de medidas de regulación no se contempla**. Igualmente, ha de descartarse la incorporación de arrancadores suaves a fin de minimizar los picos de consumo que se producen en los arranques, ya que normalmente realizarán un arranque diario por lo que no sería una medida efectiva de cara a conseguir los ahorros deseados.

A modo de ejemplo podemos ver imágenes de las 8 bombas pertenecientes a la fuente ornamental, destacando la bomba principal de **75 kW** o el grupo de bombeo de la atracción aserradero formado por dos bombas ABB de **45 kW** cada una.



Figura STE 7. Bombas fuente ornamental.





Figura STE 8. Sistema de bombeo Aserradero

## 2.3 Consumos complementarios

La variedad de equipos recogidos en esta categoría es muy amplia, desde máquinas vending, fotomatones, sistemas recreativos, etc. Se presenta a continuación lo más destacado en función del consumo y la potencia:

- Máquinas vending. En el parque hay varios puntos donde hay instaladas varias máquinas dispensadoras de bebidas y snacks. La potencia aproximada por máquina está alrededor de **600 W**.



Figura STE 9. Distintas máquinas vending

- Equipamiento de restaurante. Donde existen varios equipos de potencia eléctrica importante: campana extractora, cafetera, máquina de hielo, botelleros, máquina de baño maría, lavavajillas, hornos, etc. La gestión de funcionamiento de estos equipos es por demanda salvo los equipos de frío para mantenimiento de productos perecederos.

- Maquinaria recreativa para niños como diferentes atracciones móviles y grúas. Aunque su funcionamiento será muy puntual, algunas de estas atracciones tendrán iluminación que prácticamente estará encendida durante todo el horario de uso.

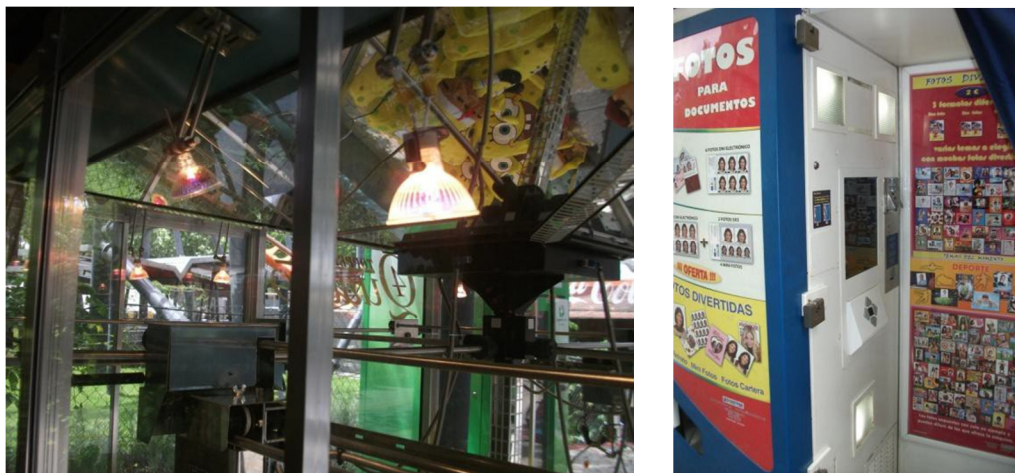


Figura STE 4. Máquina infantil y fotomatón encendidos en horario de parque cerrado.

### 3 Análisis de las mejoras disponibles

#### 3.1 Sistemas de iluminación

En el apartado anterior se enumeró de forma general las tecnologías encontradas en los diferentes recintos del parque. A continuación se procede a realizar el estudio detallado de las mejoras a introducir respecto a la iluminación en aquellos lugares donde se ha creído más conveniente debido al potencial de ahorro observado sin que esto afecte al confort o las condiciones estéticas del parque.

##### MiniTren, Autos Baby y Ford-T

En el sector del parque dedicado especialmente al público más joven se han detectado varias atracciones con tecnologías similares y poco eficientes cuya comparativa con tecnologías eficientes recomendadas es la siguiente:

Sustitución incandescentes 60W por fluorescente compacta bajo consumo de 14W

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	COMPACTAS B.C.
Tipo de lámpara	Incandescente	Lámpara compacta integrada de B.C.
Potencia de la lámpara (W)	60	14
Flujo luminoso (lm)	820	800
Eficacia luminosa (lm/W)	14	57
IRC	100	>80
Temperatura de color (K)	-	2700
Clase Energética	D	A
Vida media (horas)	1000	8000
Vida útil (horas)	850	6800
Elementos auxiliares	-	-
Conector	E27	E27
Número de lámparas	50	50
Energía consumida (kWh/año)	2016	470
Emisiones de CO2 (kg/año)	794	185
Consumo (€/año)	149	35
Ahorro relativo (%/año)	0,00%	76,67%
Ahorro económico (€/año)	0,00 €	114,07 €
Reducción de emisiones CO2	0 kg	-609 kg

Tabla STE. 1. Comparativa incandescente y fluorescente compacta bajo consumo

**Aserradero**Sustitución vapor de mercurio 125W por vapor de sodio alta presión 70W

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	LAMPARAS VSAP
Tipo de lámpara	Lámparas de descarga V.M.	Lámparas de descarga Vapor de Sodio "SON"
Potencia de la lámpara (W)	125	70
Flujo luminoso (lm)	6200	5600
Eficacia luminosa (lm/W)	50	80
IRC	>50	25
Temperatura de color (K)	4200	2000
Clase Enegetica	-	-
Vida media (horas)	16000	28000
Vida útil (horas)	13600	23800
Elementos auxiliares	-	-
Conector	E27	E27
Número de lámparas	17	17
Energía consumida (kWh/año)	1571,83	880
Emisiones de CO2 (kg/año)	619	347
Consumo (€/año)	116	65
Ahorro relativo (%/año)	0,00%	44,00%
Ahorro económico (€/año)	0,00 €	51,04 €
Reducción de emisiones CO2	0 kg	-272 kg

Tabla STE. 2. Comparativa VM y VSAP

**Tienda de Souvenirs principal**Sustitución halógenas dicroicas 50W por gama ECO (35W) o tecnología LED

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	GAMA ECO	TECNOLOGÍA LED
Tipo de lámpara	Halógena dicroica	Lámpara halógena dicroica más eficiente	LED
Potencia de la lámpara (W)	50	30	6
Intensidad luminosa (cd); Apert.Haz	1500; 36D	1600; 36D	-
Eficacia luminosa (lm/W)	30	53	54
IRC	100	>80	>80
Temperatura de color (K)	3000	3000	3000
Clase Energética	-	A	A
Vida media (horas)	16000	5000	40000
Vida útil (horas)	13600	4250	
Elementos auxiliares	Transformador Electrónico	Transformador Electrónico	-
Conector	GU5.3	GU5.3	GU5.3
Número de lámparas	128	128	128
Energía consumida (kWh/año)	15052,8	9032	2064
Emisiones de CO2 (kg/año)	5931	3558	813
Consumo (€/año)	1111	667	152
Ahorro relativo (%/año)	0,00%	44,00%	
Ahorro económico (€/año)	0,00 €	444,37 €	959,00 €
Reducción de emisiones CO2	0 kg	-2372 kg	-5117 kg

Tabla STE. 3. Comparativa dicroicas y gama ECO



**Fantasía**Sustitución incandescentes 60W por fluorescente compacta bajo consumo de 14W

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	COMPACTAS B.C.
Tipo de lámpara	Incandescente	Lámpara compacta integrada de B.C.
Potencia de la lámpara (W)	60	14
Flujo luminoso (lm)	820	800
Eficacia luminosa (lm/W)	14	57
IRC	100	>80
Temperatura de color (K)	-	2700
Clase Enegetica	D	A
Vida media (horas)	1000	8000
Vida útil (horas)	850	6800
Elementos auxiliares	-	-
Conector	E27	E27
Número de lámparas	7	7
Energía consumida (kWh/año)	1411	329
Emisiones de CO2 (kg/año)	556	130
Consumo (€/año)	104	24
Ahorro relativo (%/año)	0,00%	76,67%
Ahorro económico (€/año)	0,00 €	79,85 €
Reducción de emisiones CO2	0 kg	-426 kg

Tabla STE. 4. Comparativa incandescente y fluorescente compacta bajo consumo

Sustitución halógeno lineal 100W por halogenuro metálico 70W

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	HALOGENURO METÁLICO
Tipo de lámpara	Halógeno lineal	Lámpara de halogenuro metálico
Potencia de la lámpara (W)	100	70
Flujo luminoso (lm)	1550	6200
Eficacia luminosa (lm/W)	16	89
IRC	100	>70
Temperatura de color (K)	2900	3000
Clase Energética	D	-
Vida media (horas)	2000	9000
Vida útil (horas)	2000	7650
Elementos auxiliares	-	-
Conector	R7s	R7s
Número de lámparas	42	42
Energía consumida (kWh/año)	14112	9878
Emisiones de CO2 (kg/año)	5560	3892
Consumo (€/año)	1041	729
Ahorro relativo (%/año)	0,00%	30,00%
Ahorro económico (€/año)	0,00 €	312,45 €
Reducción de emisiones CO2	0 kg	-1668 kg

Tabla STE. 5. Comparativa halógeno lineal y halogenuro metálico

Sustitución proyector incandescente 300W por LED 90W

Este apartado de iluminación es el más importante y complejo dentro del parque. Se trata de una atracción cuyo principal consumo se basa en un sistema de iluminación representativo poco eficiente.

A continuación se detalla la comparativa técnica entre la iluminación existente y la iluminación más eficiente que existe en el mercado como es la tecnología LED.

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	LED
Tipo de lámpara	Incandescente	led
Potencia de la lámpara (W)	300	90
Flujo luminoso (lm)	3800	3753
Eficacia luminosa (lm/W)	13	42
Temperatura de color (K)	2750	4500
Clase Energética	D	A
Vida media (horas)	5000	35000
Vida útil (horas)	4250	29750
Número de lámparas	261	261
Energía consumida (kWh/año)	250560	75168
Emisiones de CO2 (kg/año)	98721	29616
Consumo (€/año)	18492	5548
Ahorro relativo (%/año)	0,00%	70,00%
Ahorro económico (€/año)	0,00 €	12.944,28 €
Reducción de emisiones CO2	0 kg	-69104 kg

Tabla STE. 6. Comparativa proyector incandescente y LED

A parte de en estas atracciones, se han observado otro tipo de casos, las cuales conveniente mencionar. Tal es el caso de la atracción **Sillas Voladoras** que presenta una iluminación a base de incandescencia de 25W a 125V. Este sistema de iluminación ya no sólo presenta el problema de la poca eficiencia sino de la eliminación de esta tecnología del mercado, haciendo difícil su reposición, si bien no se ha planteado el estudio de sustitución de dichas tecnologías principalmente por el factor estético de la propia atracción. En tal caso se recomendaría una adaptación a la tensión normalizada de 230V y su remplazo progresivo por tecnología led, capaz de mantener el colorido de la atracción reduciendo notablemente el consumo y dándole un toque de modernidad al parque.

## Oficinas Centrales

En el interior del recinto de Parque de Atracciones se encuentran ubicadas las oficinas centrales del grupo Parques Reunidos siendo este edificio el más utilizado por su operatividad durante todo el año en horario de oficina, esto hace que el estudio con otros tipos de tecnologías más eficientes que las actuales lámparas de iluminación interior se obtengan unos resultados mejores que hasta ahora estudiados en el resto del parque.

### Sustitución lámparas fluorescentes lineales de 18W por LED

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	LED
Tipo de lámpara	Fluorescente lineal	Tubo led
Potencia de la lámpara (W)	18	8,5
Flujo luminoso (lm)	420	560
Eficacia luminosa (lm/W)	-	-
Temperatura de color (K)	-	-
Clase Energética	D	A
Vida media (horas)	8000	50000
Vida útil (horas)	-	-
Número de lámparas	780	780
Energía consumida (kWh/año)	68464	17304
Emisiones de CO2 (kg/año)	SI	NO
Consumo (€/año)	7319	1850
Ahorro relativo (%/año)	0,00%	60,00%
Ahorro económico (€/año)	0,00 €	5469 €
Reducción de emisiones CO2	0 kg	-

Tabla STE. 7. Comparativa fluorescencia lineal y LED

Sustitución lámparas Downlight 2x26W por LED.

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	LED
Tipo de lámpara	Downlight	led
Potencia de la lámpara (W)	52	14
Flujo luminoso (lm)	420	560
Eficacia luminosa (lm/W)	-	-
Temperatura de color (K)	-	-
Clase Energética	D	A
Vida media (horas)	8000	50000
Vida útil (horas)	-	-
Número de lámparas	151	151
Energía consumida (kWh/año)	37204	5518
Emisiones de CO2 (kg/año)	SI	NO
Consumo (€/año)	3977	590
Ahorro relativo (%/año)	0,00%	60,00%
Ahorro económico (€/año)	0,00 €	3388 €
Reducción de emisiones CO2	0 kg	-

Tabla STE. 8. Comparativa Downlight y LED

Respecto a **la iluminación exterior** destacar que se están adaptando de manera progresiva las luminarias a las que se exigirán con la nueva normativa y recomendar la sustitución de las lámparas presentes de **vapor de mercurio de 125W por vapor de sodio a alta presión o halogenuros metálicos de 70W.**

### 3.2 Motores y bombas

Debido principalmente a la elevada tensión de suministro en el parque se podrían conseguir importantes ahorros en ciertos motores mediante la instalación de equipos controladores de la señal de tensión, principalmente en los motores de elevada potencia y que funcionen prácticamente la totalidad de horas que el parque permanece abierto al público como pueden ser las bombas de la fuente ornamental o los diferentes motores de las grandes atracciones de agua.

### Controlador de tensión

Se trata de un equipo que conectado en serie con el motor realiza un ajuste dinámico de la tensión de suministro al motor para de esta forma ajustar el consumo según las necesidades específicas. Su gran rentabilidad se obtiene en motores que funcionen a velocidad constante y con carga variable como pueden ser los motores que mueven las cintas de las diferentes atracciones de agua.

Su funcionamiento básicamente consiste en un control en el momento de arranque de los motores, arrancando de forma suave sin permitir que la corriente suba por encima de 1.5 o 2 veces la nominal y proporcionando una señal en tensión senoidal perfecta.

Continuamente va controlando el gasto de energía lo que le permitirá realizar un descenso de la tensión mientras el motor no necesite un gran par, detectando el momento de necesidad de más potencia volviendo a suministrar la tensión nominal. Este sistema de control sumado a los altos valores de tensión que actualmente alimentan a los motores del parque puede llegar a producir importantes beneficios.

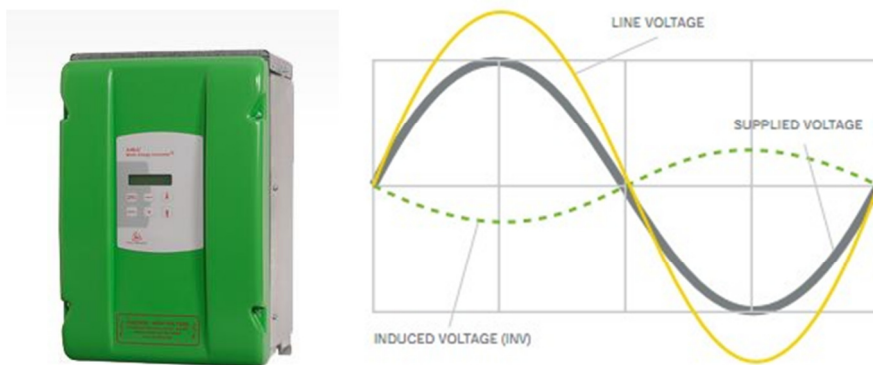


Figura STE. 11. Equipo controlador de tensión.

Las principales características funcionales de estos equipos son:

- Reducción de la potencia aparente (lo que provoca un ahorro energético)
- Disminución de la corriente de trabajo
- Mejora del factor de potencia
- Reducción de corrientes armónicas
- Menor calentamiento de conductores y motores
- Alarga la vida útil de los motores

### 3.3 Consumos complementarios

A lo largo de todo el parque existen multitud de máquinas vending y recreativas, algunas de las cuales servirán productos fríos como refrescos, por lo que su funcionamiento deberá ser continuo pero existe una gran mayoría de snacks y principalmente recreativas de las cuales se recomienda su gestión a partir de la instalación de **relojes analógicos** para controlar su encendido y apagado en función de los horarios del parque.

En el apartado de viabilidad económica se estudia la rentabilidad de esta medida para una máquina en concreto.

## 4 Análisis de viabilidad económica

### 4.1 Sistemas de Iluminación

Una vez comparadas las diversas tecnologías del parque con otras más eficientes se pasará a valorar su viabilidad económica para su futuro reemplazo.

#### MiniTren, Autos Baby y Ford-T

Sustitución incandescentes 60W por fluorescente compacta bajo consumo de 14W

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	COMPACTAS B.C.
Vida útil (horas)	850	6800
Funcionamiento medio de la lámpara (h./año)	672	672
Período de reposición (unidades/año)	0,7906	0,0988
Número de lámparas	50	50
Precio de la lámpara	2,68	10,91
Gasto anual (€/año)	105,94	53,91
Subida anual de la energía (anual)	1,05	1,05
Coste total de la reposición (€)	-	599,41
Ahorro anual (primer año) (€)	0	114
PLAZO DE AMORTIZACIÓN (años)	-	5

Tabla STE. 9. Valoración económica sustitución

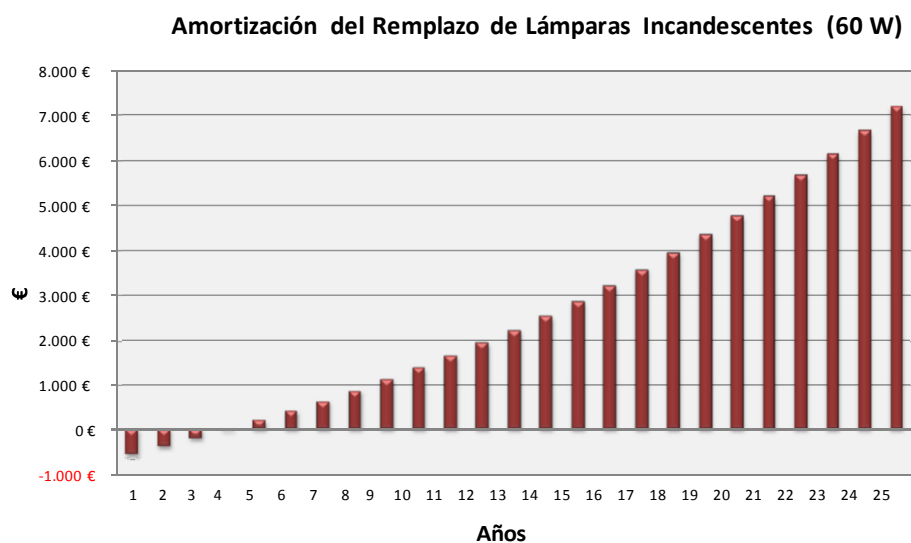


Figura STE. 13. Plazo de amortización sustitución

Aserradero

Sustitución vapor de mercurio 125W por vapor de sodio alta presión 70W

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	LAMPARAS VSAP
Vida útil (horas)	13600	23800
Funcionamiento medio de la lámpara (h./año)	672	672
Período de reposición (unidades/año)	0,0494	0,0282
Número de lámparas	17	17
Precio de la lámpara	9,86	27,35
Gasto anual (€/año)	8,28	13,13
Subida anual de la energía (anual)	1,05	1,05
Coste total de la reposición (€)	-	478,06
Ahorro anual (primer año) (€)	0	51,04
PLAZO DE AMORTIZACIÓN (años)	-	9,4

Tabla STE. 10. Valoración económica sustitución

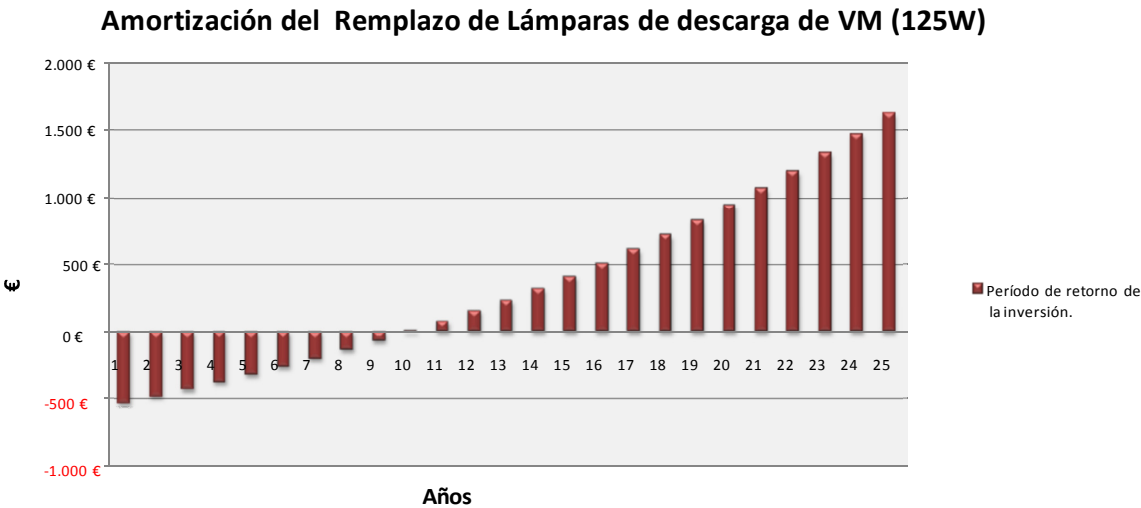


Figura STE. 14. Plazo de amortización sustitución



Tienda de Souvenirs principal

Sustitución halógenas dicroicas 50W por gama ECO (35W) o tecnología LED

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	GAMA ECO	TECNOLOGÍA LED
Vida útil (horas)	2550	4250	40000
Funcionamiento medio de la lámpara (h./año)	2016	2016	2016
Período de reposición (unidades/año)	0,7906	0,4744	0,0504
Número de lámparas	128	128	128
Precio de la lámpara	8,30	8,54	36,00
Gasto anual (€/año)	839,92	518,52	232,24
Subida anual de la energía (anual)	1,05	1,05	1,05
Coste total de la reposición (€)	-	1366,40	5760,00
Ahorro anual (primer año) (€)	0	444,37	959,00
PLAZO DE AMORTIZACIÓN (años)	-	3	4

Tabla STE. 11. Valoración económica sustitución

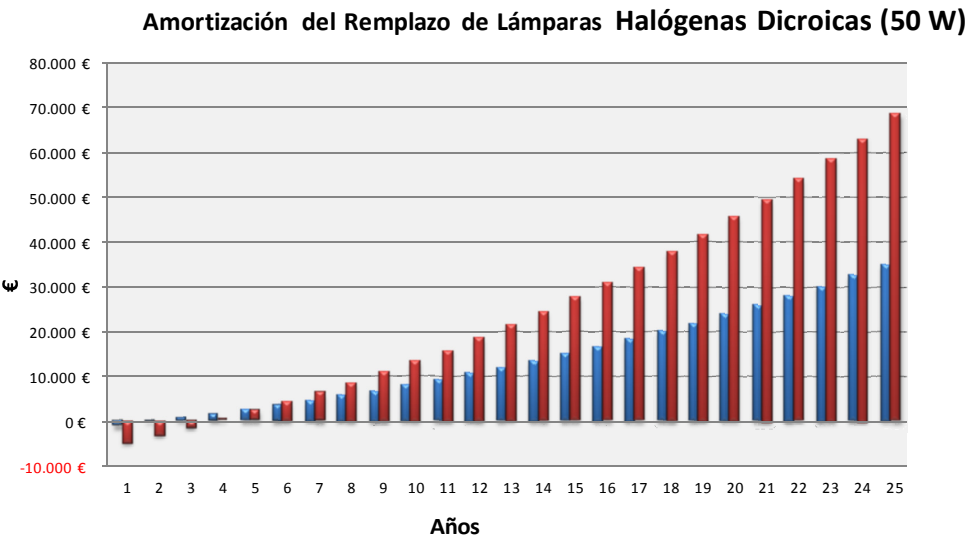


Figura STE. 15. Plazo de amortización sustitución

Fantasía

Sustitución incandescentes 60W por fluorescente compacta bajo consumo de 14W

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	COMPACTAS B.C.
Vida útil (horas)	850	6800
Funcionamiento medio de la lámpara (h./año)	3360	3360
Período de reposición (unidades/año)	3,9529	0,4941
Número de lámparas	7	7
Precio de la lámpara	2,68	10,91
Gasto anual (€/año)	74,16	37,74
Subida anual de la energía (anual)	1,05	1,05
Coste total de la reposición (€)	-	95,46
Ahorro anual (primer año) (€)	0	79,85
PLAZO DE AMORTIZACIÓN (años)	-	2

Tabla STE. 12. Valoración económica sustitución

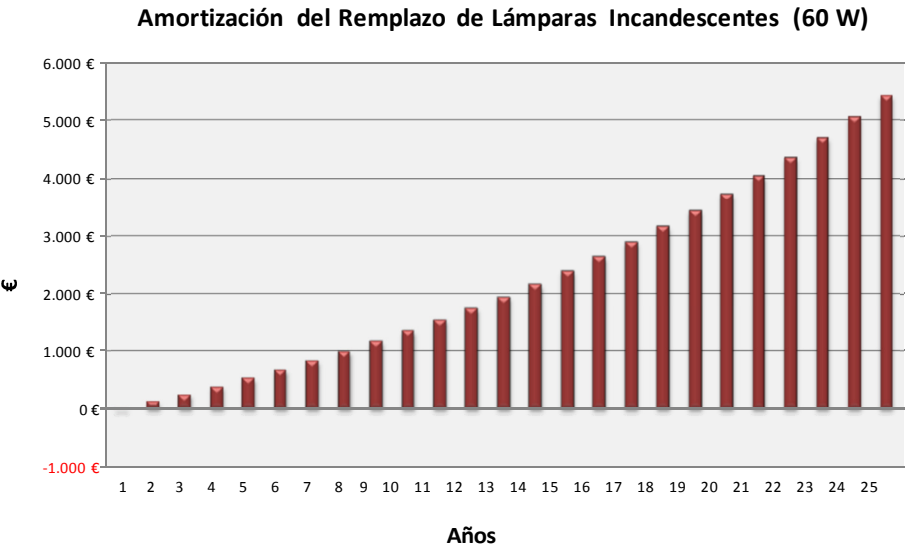


Figura STE. 16. Plazo de amortización sustitución

Sustitución halógeno lineal 100W por halogenuro metálico 70W

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	HALOGENURO METÁLICO
Vida útil (horas)	2000	7650
Funcionamiento medio de la lámpara (h./año)	3360	3360
Período de reposición (unidades/año)	1,6800	0,4392
Número de lámparas	42	42
Precio de la lámpara	8,10	32,62
Gasto anual (€/año)	571,54	601,74
Subida anual de la energía (anual)	1,05	1,05
Coste total de la reposición (€)	-	1712,55
Ahorro anual (primer año) (€)	0	312,45
PLAZO DE AMORTIZACIÓN (años)	-	6

Tabla STE. 13. Valoración económica sustitución

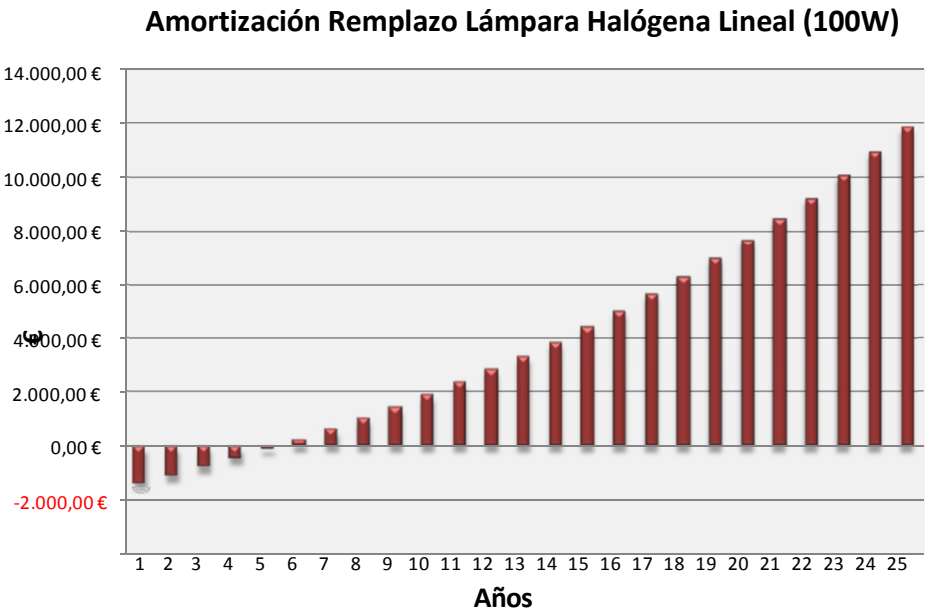


Figura STE. 17. Plazo de amortización sustitución

Sustitución proyector incandescente 300W por LED 90W

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	HALOGENURO METÁLICO
Vida útil (horas)	4250	29750
Funcionamiento medio de la lámpara (h./año)	3200	3200
Período de reposición (unidades/año)	0,7529	0,1076
Número de lámparas	261	261
Precio de la lámpara	16,30	375,00
Gasto anual (€/año)	3203,24	10527,73
Subida anual de la energía (anual)	1,05	1,05
Coste total de la reposición (€)	-	97875,00
Ahorro anual (primer año) (€)	0	12944,28
PLAZO DE AMORTIZACIÓN (años)	-	13

Tabla STE. 14. Valoración económica sustitución

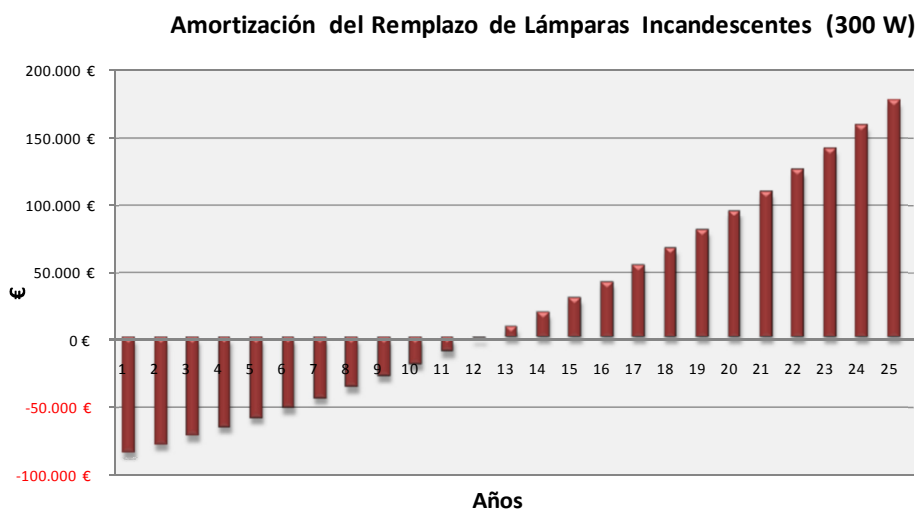


Figura STE. 18. Plazo de amortización sustitución

Se puede observar como un cambio a esta tecnología a pesar de reducir en un 70% el consumo su elevado coste hace la inversión inviable, llevándola a un plazo de amortización de 13 años. Esto es debido principalmente a que no existe una sustitución directa de la lámpara para reutilizar los proyectores existentes, sino que habría que financiar una sustitución de todos los proyectores (231) presentes en la instalación.

Quizá existiese la opción de una reducción del nivel de iluminación de la atracción con un reemplazo progresivo hacia tecnologías más eficientes pero debido al carácter representativo de esta iluminación habría que realizar un proyecto específico para tal fin.

## Oficinas Centrales

Sustitución lámparas fluorescentes 18W y Downlight 2x26W por LED

SUSTITUCIÓN POR LED EN OFICINAS PARQUES REUNIDOS				
Lámparas	Cant.	Pr. Venta	Inst.	TOTAL
	ud.	€ / udidad	€	€
Tubo 60cm Estandar	780	22,00	440,00	17.600,00
Downlight 8" Estandar	151	48,00	440,00	7.688,00
				<b>25.288,00</b>

Meses	Estimación Consumos luminarias actuales									
	NºFlouresc.	W	NºDownL.	W	días	h/día	h/mes	kwh	c€/kwh	€
oct-10	780	33,63	151	94,40	21	10	210	8.502	7,3833	628
nov-10	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	8,3839	747
dic-10	780	33,63	151	94,40	23	10	230	9.312	15,1826	1.414
ene-11	780	33,63	151	94,40	21	10	210	8.502	15,1826	1.291
feb-11	780	33,63	151	94,40	20	10	200	8.097	15,1826	1.229
mar-11	780	33,63	151	94,40	23	10	230	9.312	8,3839	781
abr-11	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	7,3833	658
may-11	780	33,63	151	94,40	21	10	210	8.502	7,3833	628
jun-11	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	13,1986	1.176
jul-11	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	16,8542	1.501
ago-11	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	5,3128	473
sep-11	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	8,6737	773
							<b>2.610</b>	<b>105.668</b>	<b>10,69</b>	<b>11.297</b>

	Estimación Consumos luminarias LED										Ahorros estimados	
Meses	NºTubo	W	NºDownL.	W	días	h/día	h/mes	kwh	c€/kwh	€	kwh	€
oct-10	780	8,5	151	14	21	10	210	1.836	7,3833	136	6.666	492
nov-10	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	8,3839	161	6.983	585
dic-10	780	8,5	151	14	23	10	230	2.011	15,1826	305	7.301	1.108
ene-11	780	8,5	151	14	21	10	210	1.836	15,1826	279	6.666	1.012
feb-11	780	8,5	151	14	20	10	200	1.749	15,1826	266	6.348	964
mar-11	780	8,5	151	14	23	10	230	2.011	8,3839	169	7.301	612
abr-11	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	7,3833	142	6.983	516
may-11	780	8,5	151	14	21	10	210	1.836	7,3833	136	6.666	492
jun-11	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	13,1986	254	6.983	922
jul-11	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	16,8542	324	6.983	1.177
ago-11	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	5,3128	102	6.983	371
sep-11	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	8,6737	167	6.983	606
							2.610	22.822	10,69	2.440	82.846	8.857

COSTE DE REPOSICIÓN DE LUMINARIAS ACTUALES				
Luminarias	Cant.	Pr. Venta	Reposic.	TOTAL
	ud.	€/udidad	anual	€
Flourescente 18W	780	3,00	3,07	763,43
Downlight 2x26W	151	6,00	3,07	295,58
				<b>1.059,01</b>

AMORTIZACIÓN INVERSIÓN CAMBIO LUMINARIAS A LED		
Total Inversión:		<b>25.288,00 €</b>
Ahorros al año:		<b>9.916,10 €</b>
Años de Amortización:		<b>2,55</b>

Tabla STE. 15. Valoración económica sustitución

## 4.2 Motores y bombas

Como se ha expuesto en el apartado anterior, la utilización de un controlador de tensión para ciertos motores podría originar importantes beneficios tanto económicos (ahorro en consumo energético) como técnicos (disminución calentamiento y mejora de las condiciones de trabajo).

A continuación se detallan algunos motores tipo a los que se le podría aplicar esta tecnología con un plazo de amortización no muy elevado.

### Bomba principal fuente ornamental

Uso	Fuente ornamental
Potencia	75kW
Horas funcionamiento	10 h/día
consumo anual (kWh)	225.000,00
Ahorro (kWh) <sup>1</sup>	27.000,00
Ahorro (€) <sup>2</sup>	1.992,65
Coste equipo <sup>3</sup>	5.590,00
Plazo amortización	3 años

Tabla STE. 16. Estudio consumos compensador

### Retorno de inversión

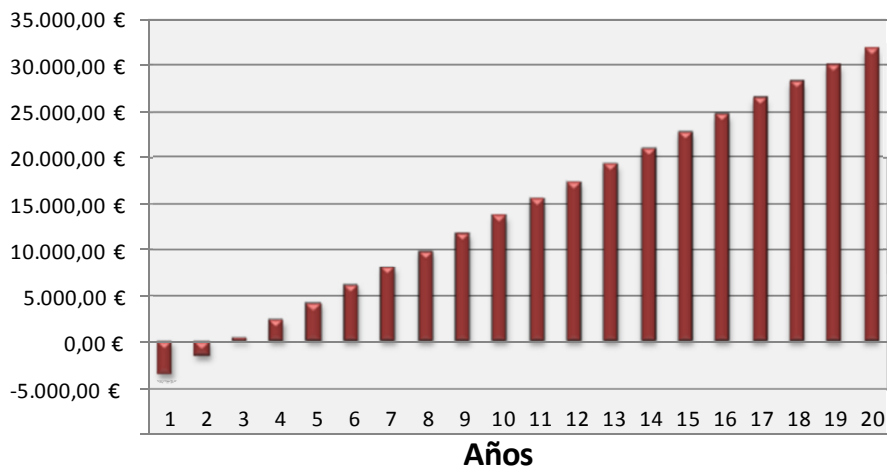


Figura STE. 19. Plazo de amortización instalación

<sup>1</sup> Calculado para un ahorro estimado mínimo del 12% debido al uso del motor.

<sup>2</sup> Para calcular los ahorros se ha usado el precio €/ kWh medio.

<sup>3</sup> Incluye suministro y transporte. No incluye instalación.

**Bombeo agua atracciones**

<b>Uso</b>	Bombeo agua atracciones
<b>Potencia</b>	45kW
<b>Horas funcionamiento</b>	10 h/día
<b>consumo anual (kWh)</b>	135.000,00
<b>Ahorro (kWh)<sup>4</sup></b>	16.200,00
<b>Ahorro (€)<sup>5</sup></b>	1.195,60
<b>Coste equipo<sup>6</sup></b>	4.940,00
<b>Plazo amortización</b>	5 años

Tabla STE. 17. Estudio consumos compensador

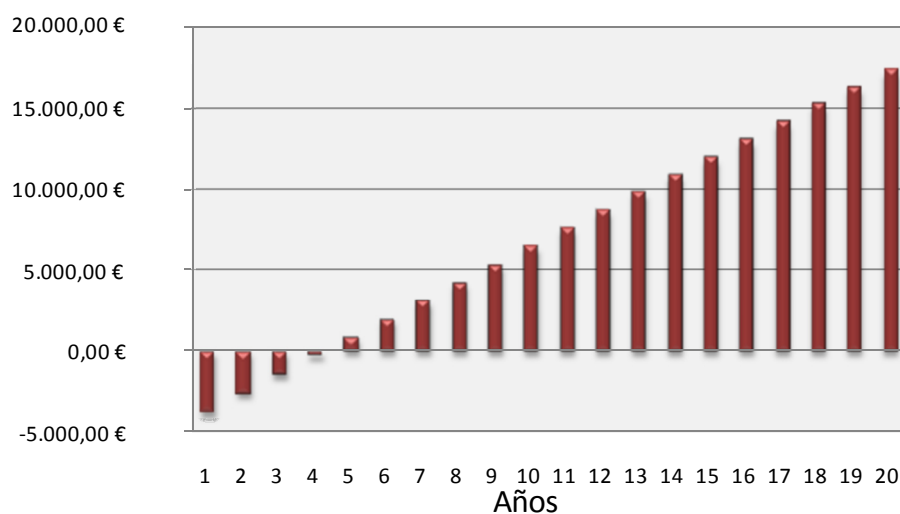
**Retorno de inversión**

Figura STE. 20. Plazo de amortización instalación

<sup>4</sup> Calculado para un ahorro estimado mínimo del 12% debido al uso del motor.

<sup>5</sup> Para calcular los ahorros se ha usado el precio €/ kWh medio.

<sup>6</sup> Incluye suministro y transporte. No incluye instalación.



**Motor cinta tractora atracciones agua**

<b>Uso</b>	Cinta tractora
<b>Potencia</b>	40kW
<b>Horas funcionamiento</b>	10 h/día
<b>consumo anual (kWh)</b>	120.000,00
<b>Ahorro (kWh)<sup>7</sup></b>	19.200,00
<b>Ahorro (€)<sup>8</sup></b>	1.417,00
<b>Coste equipo<sup>9</sup></b>	4.940,00
<b>Plazo amortización</b>	4 años

Tabla STE. 18. Estudio consumos compensador

<sup>7</sup> Calculado para un ahorro estimado mínimo del 16% debido al uso del motor.<sup>8</sup> Para calcular los ahorros se ha usado el precio €/ kWh medio.<sup>9</sup> Incluye suministro y transporte. No incluye instalación.

Estos cálculos de ahorro se han logrado a partir del estudio de los motores tipo. Contemplando con que existen un mínimo de seis bombas de atracciones de agua y tres motores para cintas tractoras de dichas atracciones podríamos llegar a **unos ahorros mínimos de 13.413,65 € siempre** referidos a funcionamiento en régimen nominal. Como en el caso particular de este parque el suministro de tensión es elevado, estos ahorros se verán ampliamente incrementados.

**4.3 Consumos complementarios**

A modo indicativo a partir de una de las máquinas infantiles presentes en el parque se conseguirían los siguientes ahorros anuales por máquina.

Según placa de características: 360 VA,  $\cos \varphi = 0.9$  por lo que la potencia será 324W

A partir de esta potencia, considerando 12h. de parque cerrado al público donde las máquinas deben permanecer apagadas y un precio medio de la energía tenemos:

$$0,324 \text{ kW} * 12 \text{ h/día} * 365 \text{ días/año} * 0,11 \text{ €/kWh} = \mathbf{156,10 \text{ €/año}}$$

Considerando un mínimo de 80 máquinas de estas características presentes en el parque podríamos llegar a estimar unos **ahorros anuales superiores a los 12.000€**.

Considerando un reloj por máquina con un coste de 77€ se tendrían **períodos de retorno de 2 años**. Estos relojes podrían gestionar el encendido / apagado de varias de las máquinas recreativas por lo que en estos casos el retorno de la inversión en el mismo sería recuperada prácticamente en un año.

## 5 Conclusiones

Dentro del estudio de optimización energética realizado, se comprenden los sistemas de **iluminación, motores y bombas, así como los consumos complementarios.**

### Sistemas de iluminación

Entre las tecnologías más destacadas de iluminación interior encontradas a lo largo del parque podemos destacar:

- Halógenas dicróicas **50 W**. Principalmente en tiendas de souvenirs y como iluminación decorativa en ciertas máquinas.
- Halógenas lineales. Principalmente en zonas de restauración
- Downlight de fluorescencia compacta **2x26 W**. Igualmente de gran uso en zonas de restauración y oficinas centrales.

**Hay que destacar por encima de todos estos consumos los consumos de iluminación pertenecientes a la atracción Fantasía.**

Esta atracción se basa principalmente en iluminación, permaneciendo esta encendida durante toda la jornada de apertura al público. Debido a la gran cantidad de luminarias presentes y su elevado número de horas de funcionamiento, se podrían conseguir importantes ahorros. Las lámparas encontradas en la revisión de dicha atracción son:

- 42 unidades de proyectores halógenos lineales de **125W**.
- 261 unidades de proyectores incandescentes modelo GE 300 PAR 56/MFL de **300W**.
- 7 unidades de incandescencia de **60W**.

En el parque se puede distinguir entre dos tipos de iluminación exterior; las pertenecientes a **iluminación viaria y las particulares de cada atracción.** En estas tecnologías podemos destacar:

- Fluorescencia compacta de **26 W**
- Vapor de Mercurio de **125 W**
- Vapor de Sodio **400 W**
- Y en menor medida algún proyector de halogenuros.

Destacar igualmente la iluminación interior de los diferentes aseos ubicados por el parque que constan para su correcta regulación de sensores de presencia y las oficinas centrales donde está implantada la fluorescencia lineal.

Una vez comparadas las diversas tecnologías del parque con otras más eficientes se detallan algunas medidas cuyo plazo de amortización queda dentro de lo establecido en el presente proyecto.

**MiniTren, Autos Baby y Ford-T**Sustitución incandescentes 60W por fluorescente compacta bajo consumo de 14W

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	COMPACTAS B.C.
Vida útil (horas)	850	6800
Funcionamiento medio de la lámpara (h./año)	672	672
Período de reposición (unidades/año)	0,7906	0,0988
Número de lámparas	50	50
Precio de la lámpara	2,68	10,91
Gasto anual (€/año)	105,94	53,91
Subida anual de la energía (anual)	1,05	1,05
Coste total de la reposición (€)	-	599,41
Ahorro anual (primer año) (€)	0	114
PLAZO DE AMORTIZACIÓN (años)	-	5

Tabla STE. 19. Valoración económica sustitución

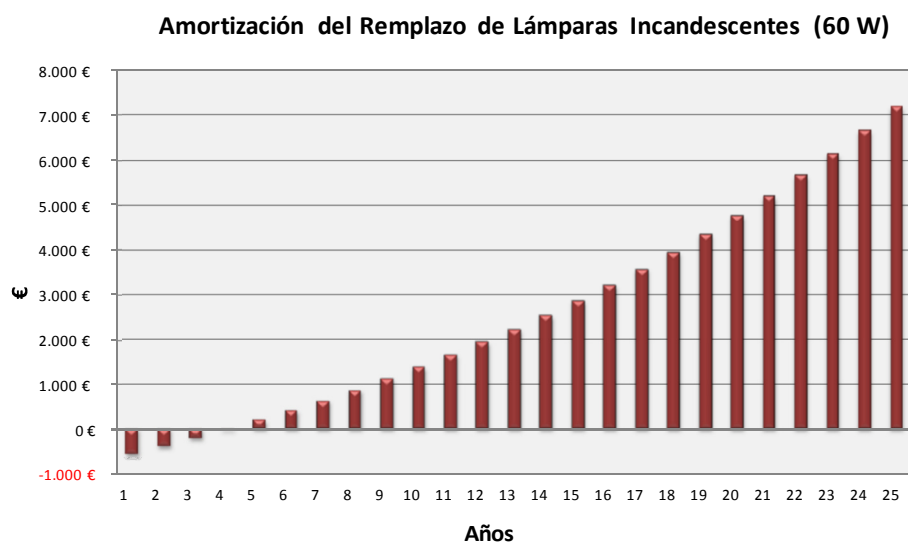


Figura STE. 23. Plazo de amortización sustitución

**Tienda de Souvenirs principal**Sustitución halógenas dicroicas 50W por gama ECO (35W) o tecnología LED

CARACTERÍSTICAS	LAMPARAS ACTUALES	GAMA ECO	TECNOLOGÍA LED
Vida útil (horas)	2550	4250	40000
Funcionamiento medio de la lámpara (h./año)	2016	2016	2016
Período de reposición (unidades/año)	0,7906	0,4744	0,0504
Número de lámparas	128	128	128
Precio de la lámpara	8,30	8,54	36,00
Gasto anual (€/año)	839,92	518,52	232,24
Subida anual de la energía (anual)	1,05	1,05	1,05
Coste total de la reposición (€)	-	1366,40	5760,00
Ahorro anual (primer año) (€)	0	444,37	959,00
PLAZO DE AMORTIZACIÓN (años)	-	3	4

Tabla STE. 20. Valoración económica sustitución

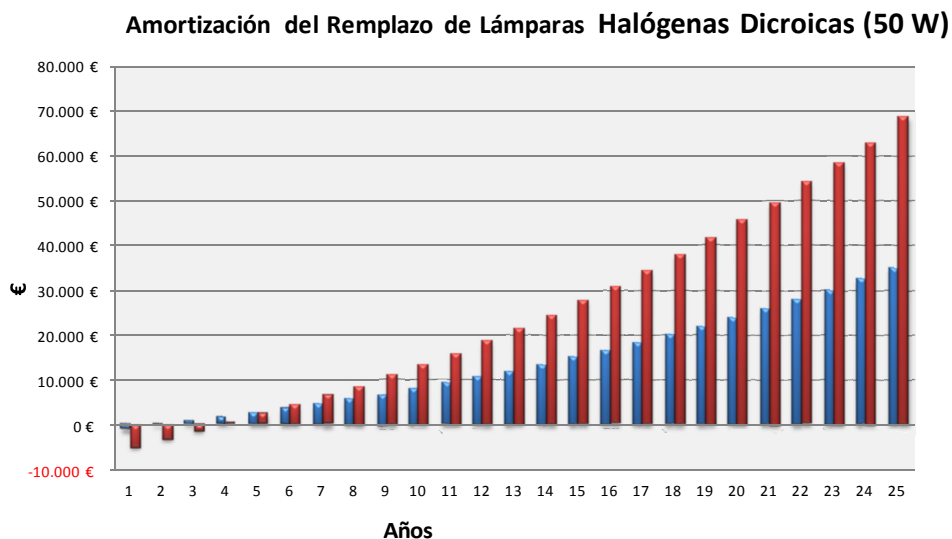


Figura STE. 24. Plazo de amortización sustitución

Respecto a la atracción Fantasía destacar que existe la opción de una reducción del nivel de iluminación de la atracción con un reemplazo progresivo hacia tecnologías más eficientes pero debido al carácter representativo de esta iluminación habría que realizar un proyecto específico para tal fin.

## Oficinas Centrales

Sustitución lámparas fluorescentes 18W y Downlight 2x26W por LED

SUSTITUCIÓN POR LED EN OFICINAS PARQUES REUNIDOS				
Lámparas	Cant.	Pr. Venta	Inst.	TOTAL
	ud.	€/udidad	€	€
Tubo 60cm Estandar	780	22,00	440,00	17.600,00
Downlight 8" Estandar	151	48,00	440,00	7.688,00
				<b>25.288,00</b>

Estimación Consumos luminarias actuales										
Meses	NºFlouresc.	W	NºDownL.	W	días	h/día	h/mes	kwh	c€/kwh	€
oct-10	780	33,63	151	94,40	21	10	210	8.502	7,3833	628
nov-10	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	8,3839	747
dic-10	780	33,63	151	94,40	23	10	230	9.312	15,1826	1.414
ene-11	780	33,63	151	94,40	21	10	210	8.502	15,1826	1.291
feb-11	780	33,63	151	94,40	20	10	200	8.097	15,1826	1.229
mar-11	780	33,63	151	94,40	23	10	230	9.312	8,3839	781
abr-11	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	7,3833	658
may-11	780	33,63	151	94,40	21	10	210	8.502	7,3833	628
jun-11	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	13,1986	1.176
jul-11	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	16,8542	1.501
ago-11	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	5,3128	473
sep-11	780	33,63	151	94,40	22	10	220	8.907	8,6737	773
								<b>2.610</b>	<b>105.668</b>	<b>10,69</b>
									<b>11.297</b>	

Estimación Consumos luminarias LED											Ahorros estimados	
Meses	NºTubo	W	NºDownL.	W	días	h/día	h/mes	kwh	c€/kwh	€	kwh	€
oct-10	780	8,5	151	14	21	10	210	1.836	7,3833	136	6.666	492
nov-10	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	8,3839	161	6.983	585
dic-10	780	8,5	151	14	23	10	230	2.011	15,1826	305	7.301	1.108
ene-11	780	8,5	151	14	21	10	210	1.836	15,1826	279	6.666	1.012
feb-11	780	8,5	151	14	20	10	200	1.749	15,1826	266	6.348	964
mar-11	780	8,5	151	14	23	10	230	2.011	8,3839	169	7.301	612
abr-11	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	7,3833	142	6.983	516
may-11	780	8,5	151	14	21	10	210	1.836	7,3833	136	6.666	492
jun-11	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	13,1986	254	6.983	922
jul-11	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	16,8542	324	6.983	1.177
ago-11	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	5,3128	102	6.983	371
sep-11	780	8,5	151	14	22	10	220	1.924	8,6737	167	6.983	606
								<b>2.610</b>	<b>22.822</b>	<b>10,69</b>	<b>2.440</b>	<b>82.846</b>
											<b>8.857</b>	

COSTE DE REPOSICIÓN DE LUMINARIAS ACTUALES				
Luminarias	Cant.	Pr. Venta	Reposic.	TOTAL
	ud.	€ / unidad	anual	€
Flourescente 18W	780	3,00	3,07	763,43
Downlight 2x26W	151	6,00	3,07	295,58
				<b>1.059,01</b>

AMORTIZACIÓN INVERSIÓN CAMBIO LUMINARIAS A LED			
Total Inversión:			<b>25.288,00 €</b>
Ahorros al año:			<b>9.916,10 €</b>
Años de Amortización:			<b>2,55</b>

Tabla STE. 21. Valoración económica sustitución

### Consumos complementarios

A lo largo de todo el parque existen multitud de máquinas vending y recreativas, algunas de las cuales servirán productos fríos como refrescos, por lo que su funcionamiento deberá ser continuo pero existe una gran mayoría de snacks y principalmente recreativas de las cuales se recomienda su gestión a partir de la instalación de **relojes analógicos** para controlar su encendido y apagado en función de los horarios del parque.

En el apartado de viabilidad económica se estudia la rentabilidad de esta medida para una máquina en concreto.

Según placa de características: 360 VA,  $\cos \varphi = 0.9$  por lo que la potencia será 324W

A partir de esta potencia, considerando 12h. de parque cerrado al público donde las máquinas deben permanecer apagadas y un precio medio de la energía tenemos:

$$0,324 \text{ kW} * 12 \text{ h/día} * 365 \text{ días/año} * 0,11 \text{ €/kWh} = \mathbf{156,10 \text{ €/año}}$$

Considerando un mínimo de 80 máquinas de estas características presentes en el parque podríamos llegar a estimar unos **ahorros anuales superiores a los 12.000€.**

Considerando un reloj por máquina con un coste de 77€ se tendrían **períodos de retorno de 2 años.** Estos relojes podrían gestionar el encendido / apagado de varias de las máquinas recreativas por lo que en estos casos el retorno de la inversión en el mismo sería recuperada prácticamente en un año.

### Motores y bombas

En el parque existen con multitud de motores y bombas ya que todas las atracciones se mueven tanto de forma eléctrica a través de motores como por corrientes de agua generadas por diversos sistemas de bombeo.

Independientemente a las atracciones existe una gran fuente ornamental frente a la entrada principal del parque que consta de **ocho bombas** para realizar los distintos efectos.

Debido principalmente a la elevada tensión de suministro en el parque se podrían conseguir importantes ahorros en ciertos motores mediante la instalación de equipos controladores de la señal de tensión, principalmente en los motores de elevada potencia y que funcionen prácticamente la totalidad de horas que el parque permanece abierto al público como pueden ser las bombas de la fuente ornamental o los diferentes motores de las grandes atracciones de agua.

A continuación se detallan algunos motores tipo a los que se le podría aplicar esta tecnología con un plazo de amortización no muy elevado.

#### Bomba principal fuente ornamental

Uso	Fuente ornamental
Potencia	75kW
Horas funcionamiento	10 h/día
consumo anual (kWh)	225.000,00
Ahorro (kWh)	27.000,00
Ahorro (€)	1.992,65
Coste equipo	5.590,00
Plazo amortización	3 años

Tabla STE. 21. Estudio consumos compensador

#### Bombeo agua atracciones

Uso	Bombeo agua atracciones
Potencia	45kW
Horas funcionamiento	10 h/día
consumo anual (kWh)	135.000,00
Ahorro (kWh)	16.200,00
Ahorro (€)	1.195,60
Coste equipo	4.940,00
Plazo amortización	5 años

Tabla STE. 22. Estudio consumos compensador

**Motor cinta tractora atracciones agua**

<b>Uso</b>	Cinta tractora
<b>Potencia</b>	40kW
<b>Horas funcionamiento</b>	10 h/día
<b>consumo anual (kWh)</b>	120.000,00
<b>Ahorro (kWh)</b>	19.200,00
<b>Ahorro (€)</b>	1.417,00
<b>Coste equipo</b>	4.940,00
<b>Plazo amortización</b>	4 años

Tabla STE. 23. Estudio consumos compensador

Estos cálculos de ahorro se han logrado a partir del estudio de los motores tipo. Con templando con que existen un mínimo de seis bombas de atracciones de agua y tres motores para cintas tractoras de dichas atracciones podríamos llegar a **unos ahorros mínimos de 13.413,65 € siempre** referidos a funcionamiento en régimen nominal. Como en el caso particular de este parque el suministro de tensión es elevado, estos ahorros se verán ampliamente incrementados.



## 6 Anexos

### ANEXO I: TERMINOLOGÍA

- **Alumbrado de emergencia:** Instalación de iluminación que, en caso de fallo en el alumbrado normal, suministra la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios y que éstos puedan abandonar el edificio, impida situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.
- **Eficacia luminosa:** Cociente entre el flujo luminoso emitido y la potencia eléctrica de la fuente. Se expresa en lm/W (lúmenes/vatio).
- **Equipo auxiliar:** Equipos eléctricos o electrónicos asociados a la lámpara, diferentes para cada tipo de lámpara. Su función es el encendido y control de las condiciones de funcionamiento de una lámpara. Estos equipos auxiliares, salvo cuando son electrónicos, están formados por combinación de arrancador/cebador, balasto y condensador.
- **Lámpara:** Fuente construida para producir una radiación óptica, generalmente visible.
- **Luminaria:** Aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que, además de los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito eléctrico de alimentación contiene, en su caso, los equipos auxiliares necesarios para su funcionamiento, definida y regulada en la norma UNE EN 60598-1:1998.
- **Sistema de control y regulación:** Conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática o manual el encendido y apagado o el flujo luminoso de una instalación de iluminación.
- **Sistema de aprovechamiento de la luz natural:** Conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a regular de forma automática el flujo luminoso de una instalación de iluminación, en función del flujo luminoso aportado a la zona por la luz natural, de tal forma ambos flujos aporten un nivel de iluminación fijado en un punto, donde se encontraría el sensor de luz. Existen 2 tipos fundamentales de regulación:
- **Bomba:** Es una máquina hidráulica generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.
- **Comercialización:** consiste en la venta, facturación y cobro por el servicio eléctrico prestado a los consumidores finales.
- **Corriente Eléctrica:** Es el flujo de electricidad que pasa por un material conductor; siendo su unidad de medida el amperio. y se representan por la letra I.
- **Corriente Eléctrica Alterna:** El flujo de corriente en un circuito que varía periódicamente de sentido. Se le denota como corriente A.C. (Altern current) o C.A. (Corriente alterna).

- **Corriente Eléctrica Continua:** El flujo de corriente en un circuito producido siempre en una dirección. Se le denota como corriente D.C. (Direct current) o C.C. (Corriente continua).
- **Electricidad:** Fenómeno físico resultado de la existencia e interacción de cargas eléctricas. Cuando una carga es estática, esta produce fuerzas sobre objetos en regiones adyacentes y cuando se encuentra en movimiento producirá efectos magnéticos.
- **Kilovatio o kilowatt:** Es un múltiplo de la unidad de medida de la potencia eléctrica y representa 1000 vatios/watts.
- **Motor eléctrico:** El motor eléctrico permite la transformación de energía eléctrica en energía mecánica, esto se logra, mediante la rotación de un campo magnético alrededor de una espira o bobinado que toma diferentes formas.
- **Resistencia Eléctrica:** Se define como la oposición que ofrece un cuerpo a un flujo de corriente que intente pasar a través de sí.
- **Tensión Nominal:** Diferencia de potencial específica, para la que se diseña un equipo o una instalación. Se llama nominal porque la tensión puede variar por distintas circunstancias durante la operación.
- **Transformador:** Dispositivo utilizado para elevar o reducir el voltaje. Está formado por dos bobinas acopladas magnéticamente entre sí.
- **Variador de frecuencia:** es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, microdrivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).
- **Vatio o Watt:** Es la unidad de potencia de un elemento receptor de energía (por ejemplo una radio, un televisor). Es la energía consumida por un elemento y se obtiene de multiplicar voltaje por corriente.
- **Voltio:** Es la unidad de fuerza que impulsa a las cargas eléctricas a que puedan moverse a través de un conductor. Su nombre, voltio, es en honor al físico italiano, profesor en Pavia, Alejandro Volta quien descubrió que las reacciones químicas originadas en dos placas de zinc y cobre sumergidas en ácido sulfúrico originaban una fuerza suficiente para producir cargas eléctricas.
- **Etiqueta Energética:** La normativa europea expresa la eficiencia energética de los electrodomésticos en una escala de 7 clases de eficiencia, y se identifican mediante un código de color y letras que van desde el verde y la letra A, para los equipos con mayor eficiencia, hasta el color rojo y la letra G para los equipos de menor eficiencia.  
**LED:** Diodo emisor de luz, (acrónimo del inglés de Light-EmittingDiode) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz.
- **Monitor CRT:** monitores CRT convencionales utilizan cañones para disparar un rayo de electrones en la superficie frontal tratada con fósforo de un tubo de imagen.
- **Monitor LCD:** se basan en una tecnología denominada pantalla de cristal líquido (LCD). Esta innovación increíblemente ligera y de poco consumo de energía utiliza cristales líquidos, como el obturador, que bloquea la retroiluminación o permite que la luz pase por filtros de color para producir una imagen sin duda superior.

## ANEXO II: BIBLIOGRAFÍA

- “Informe de situación sectorial”. Asociación Valenciana de Empresarios de Cerámica AVEC – Gremio. Noviembre 2004.
- “Guía de buenas prácticas medioambientales en el sector de la cerámica artística”. Asociación Valenciana de Empresarios de Cerámica AVEC – Gremio. Año 2000.
- “Ahorro de energía en instalaciones”. Instituto para la Promoción de las Energías Alternativas y el Ahorro Energético (IPEAE). Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, Generalitat Valenciana. 1987.
- “Curso de auditorías energéticas para profesionales”. CADEM y Ente Vasco de la Energía (EVE). 2003.
- “Waste heat recovery from high temperature gas streams”. Good Practice Guide. Energy Efficiency Enquires Bureau UK. 1994.
- “Burners and their controls”. Good Practice Guide. Energy Efficiency Enquires Bureau UK. Septiembre 1998.
- “Energy savings in industrial water pumping systems”. Good Practice Guide. Energy Efficiency Enquires Bureau UK. Septiembre 1998.
- “A manager’s guide to optimizing furnace performance”. Good Practice Guide. Energy Efficiency Enquires Bureau UK. Enero 2001.
- “Energy savings with motors and drives”. Good Practice Guide. Energy Efficiency Enquires Bureau UK. Diciembre 1997.
- “Manual de iluminación”. Departamento de Energía Eléctrica. Universidad Politécnica de Cataluña. 2003.
- “Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable”. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- “Calculadora de energía para sistemas de PC”. ENERGY STAR. “Guía Verde de Eficiencia Energética”. GREENPEACE.





# Parque de Atracciones de Madrid

## Optimización Tarifaria



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>171</b>
1.1	Objetivo.....	172
1.2	Alcance.....	172
1.3	Normativa.....	172
<b>2</b>	<b>Análisis de la situación actual.....</b>	<b>173</b>
2.1	Datos generales del suministro eléctrico.....	173
2.2	Análisis de la facturación de la energía eléctrica.....	174
2.2.1	Distribución del consumo de energía eléctrica.....	174
2.2.2	Término de potencia.....	175
2.2.3	Término de energía reactiva.....	177
2.2.4	Tarificación por periodos.....	178
2.2.5	Revisión de las facturas.....	180
<b>3</b>	<b>Análisis de las mejoras disponibles.....</b>	<b>181</b>
3.1	Término de potencia.....	181
3.2	Término de reactiva.....	182
3.3	Tarificación por periodos.....	182
3.4	Revisión de la factura.....	182
3.5	Elección de la comercializadora eléctrica.....	182
<b>4</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>185</b>
<b>5</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>187</b>
5.1.	Anexo I: Terminología.....	187
5.2.	Anexo II: Normativa.....	189





# 1 Introducción

Alcanzar una gestión energética eficiente pasa irremediamente por optimizar el modo en que la compañía eléctrica cobra por la utilización de la energía. Por ello, la optimización de los contratos eléctricos es un aspecto fundamental dentro de un estudio de ahorro energético.

El mercado eléctrico ha sufrido una profunda transformación desde el año 1998, momento en el que se inicia en España un proceso de liberalización del mercado energético que culminó el 1 de julio de 2009 con la eliminación de las tarifas eléctricas reguladas en baja tensión. Desde 2003, ya es posible que empresas y particulares elijan a la empresa que quieren que les facture la electricidad (antes de esa fecha sólo se podía contratar la electricidad con el distribuidor autorizado para cada una de las comunidades autónomas). Gracias a la liberalización del mercado se puede contratar esta energía con cualquier empresa comercializadora, debidamente autorizada por la administración competente, a unos precios libremente pactados entre comprador y vendedor.

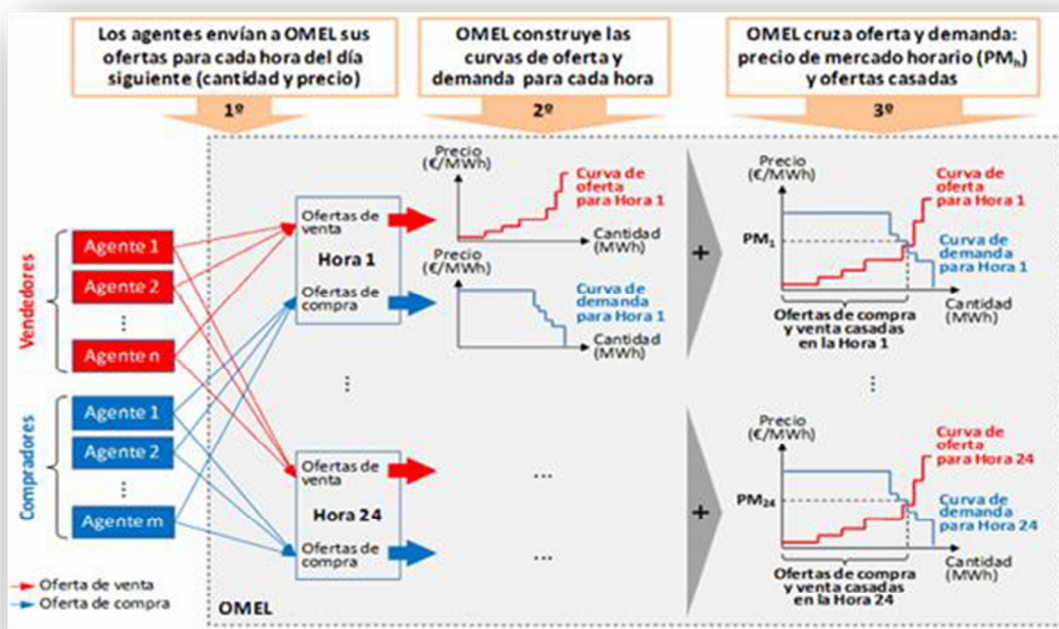


Figura OTF. 1. Esquema de funcionamiento del mercado diario

Por otra parte, en la actualidad, existe una tarifa regulada por ley a la que pueden acogerse los usuarios con una potencia contratada inferior a 10 kW, es la denominada Tarifa de Último Recurso (TUR), típica del sector doméstico, contratada con las Comercializadoras de Último Recurso (CUR). Sin embargo, aquellos consumidores que sin tener derecho a acogerse a la TUR, transitoriamente carezcan de un contrato de suministro en vigor con un comercializador en el mercado libre y continúen consumiendo electricidad será facturado según lo establecido en el artículo 21 de la ITC/1659/2009, de 22 de junio. En virtud de lo establecido en él, el precio que deberán pagar estos clientes por la electricidad consumida al comercializador de último recurso será el correspondiente a la TUR, incrementando sus términos un 20%.

Por otra parte, el mercado de la energía eléctrica está conformado por otras actividades: generación, transporte y distribución. La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, estableció la separación entre las actividades reguladas (transporte y distribución) y las no reguladas (producción y comercialización). Cabe señalar que aunque las actividades no reguladas se desarrollan en régimen de libre competencia, están sometidas a autorización administrativa.



En relación a los conceptos a pagar por los consumidores de energía eléctrica, deben abonar varios servicios diferentes. Por un lado, contratan con la empresa distribuidora de la zona el suministro de dicha energía, pagándose el peaje de acceso, en el que se incluyen los servicios de transporte de la energía y la construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones de distribución mediante unos precios regulados por la administración. Por otro lado, los consumidores compran la energía eléctrica consumida a la empresa comercializadora con unos precios libremente pactados.

Además de los servicios anteriormente mencionados, en la factura de electricidad se encuentran otros conceptos como son: el alquiler del equipo de medida (que puede aparecer o no en función de si el equipo es de propiedad del usuario o está en régimen de alquiler), el impuesto eléctrico y el I.V.A.

### 1.1 Objetivo

El objetivo de este capítulo es analizar, entre otros factores, las distintas variables que afecten al suministro eléctrico que posee el Parque de Atracciones de Madrid con el objetivo de conseguir una optimización del mismo repercutiendo en una reducción de los costes económicos.

### 1.2 Alcance

Mediante el estudio de los diferentes parámetros que definen la factura eléctrica se procederá a realizar una optimización de cada uno de ellos.

### 1.3 Normativa

Para la realización del presente documento, se han tenido presente en todo momento lo establecido al respeto de las Normas, Leyes y Reglamentos indicados en el ANEXO II: "NORMATIVA".

## 2 Análisis de la situación actual

### 2.1 Datos generales del suministro eléctrico

El Parque de Atracciones de Madrid está compuesto por múltiples atracciones así como diferentes zonas de ocio que están siendo abastecidas por un único punto de suministro eléctrico. El primer paso para llevar a cabo la optimización tarifaria va a consistir en hacer un análisis pormenorizado de los componentes de las últimas facturas eléctricas: potencia contratada, energía consumida, penalizaciones por reactiva y excesos de potencia.

El histórico de facturas permite crear un modelo del comportamiento del consumo y determinar si la potencia eléctrica es la óptima para las necesidades de la instalación y si se producen recargos excesivos en la factura. Para la realización del presente estudio se han tomado las curvas de consumo facilitadas por la comercializadora actual y en las facturas del suministro. No ha sido posible obtener las curvas cuarto horarias de un año completo, dado que la comercializadora anterior no las ha facilitado, por lo que no es posible conocer con exactitud la curva registrada durante el periodo de estudio, a pesar de ello los datos de los que se dispone en la actualidad, son suficientes para garantizar la fiabilidad del presente estudio. Para realizar la distribución de los consumos anuales se utilizaron los periodos de facturación, que en el caso de este suministro coincide con los meses naturales. Con esta medida se pretende que el precio de la energía reflejado en el presente informe sea lo más ajustado a la situación real del Parque de Atracciones de Madrid en la actualidad.

DATOS DEL SUMINISTRO			
COMPañÍA COMERCIALIZADORA	CEPSA (DETISA)	MERCADO	LIBRE
FACTURACIÓN DEL ATR [1]	Este concepto está incluido dentro de la factura emitida por la empresa comercializadora	IMPORTE FACTURADO POTENCIA (€)	119.179,79
FECHA INICIO CONTRATO	01/01/2011	FECHA FIN DE CONTRATO	30/09/2012
CUPS	ES0021000004838111LN	POTENCIA CONTRATADA	P1: 2588 kW P2: 2588 kW P3: 2588 kW P4: 2588 kW P5: 2588 kW P6: 3250 kW
TARIFA DE ACCESO	6.1	MODO FACTURACIÓN	6 periodos
CONSUMO ANUAL ACTIVA (KWH)	6.185.507	GASTO ANUAL TOTAL [2](€)	686.777,10
COSTE MEDIO DEL KWH [3]	0,073802	ALQUILER MENSUAL (€)	98,00

Tabla OTF. 1. Descripción de las características del suministro.

[1] Se incluyen energía activa, reactiva, impuesto eléctrico. Se excluyen término de potencia, alquiler de equipos e IVA.

[2] Todos los conceptos incluidos: energía activa, reactiva, término de potencia, impuesto eléctrico, alquiler de equipos e IVA. Este importe está calculado conforme al histórico de las facturas.

[3] Se incluyen energía activa, reactiva, impuesto eléctrico. Se excluyen término de potencia, alquiler de equipos e IVA.

Como se puede observar en la tabla OTF.1, **la potencia contratada es de 2.588 kW para los periodos de P1 a P5 y de 3.250 kW para el periodo P6.**

En la actualidad este suministro tiene un contrato en el mercado libre con la comercializadora DETISA –CEPSA. Este contrato tiene una duración de 21 meses y entró en vigor el 1 de enero de 2011.

## 2.2 Análisis de la facturación de la energía eléctrica

### 2.2.1 Distribución del consumo de energía eléctrica

En este apartado se apreciará la curva de consumo del parque de atracciones de Madrid a lo largo del año, siendo esto de gran ayuda a la hora de negociar los precios del kWh eléctrico con la comercializadora, ya que se deberá hacer especial hincapié en obtener buenos precios en las franjas horarias de mayor consumo.

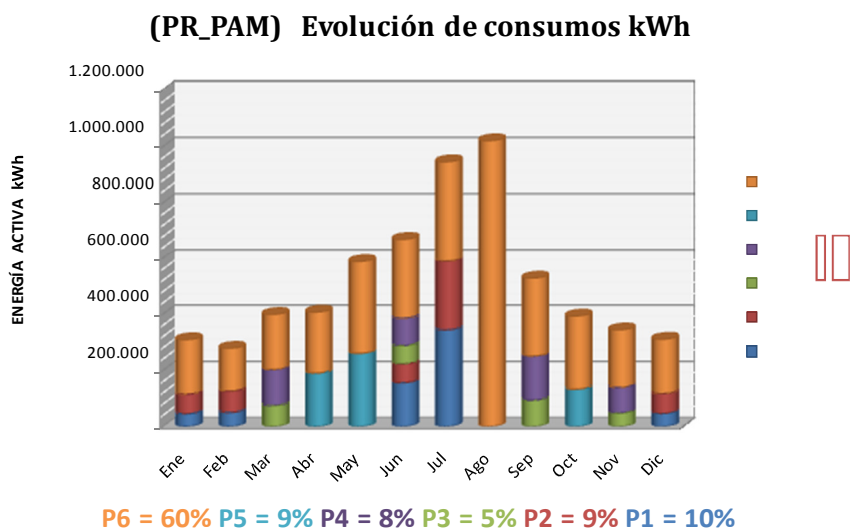


Figura OTF. 2. Consumo eléctrico del suministro durante el periodo estudiado.

Los datos analizados muestran una distribución normal en este tipo de parques, en el que el consumo está directamente vinculado al nº de visitantes. Tal y como se observa en la figura OTF.2, existe un aumento de la demanda de energía coincidiendo con el periodo estival disminuyendo el mismo durante el resto de los meses.

Con los datos analizados se observa que el periodo P6 es el que más demandó energía y su precio será clave para la reducción del coste en energía eléctrica.

### 2.2.2 Término de potencia

El término de potencia hace referencia a la máxima demanda eléctrica contratada por el usuario en cada uno de los periodos tarifarios. El cliente deberá fijar con la comercializadora la potencia contratada para cada periodo tarifario, de este modo le serán aplicadas las condiciones generales para la tarifa de acceso correspondiente.

Ajustar el término de potencia es una actuación básica para no incurrir en sobrecostes ya que si se tiene contratada una potencia superior a la demandada estaremos pagando por unos kW

que no se utilizan y, por el contrario, si se contrata una potencia inferior a la demandada se producirán penalizaciones.

Según la normativa vigente, los suministrados en media y alta tensión pueden ser facturados en 3 o 6 periodos, lo cual depende de la potencia contratada en cada caso:

- $1 \text{ kV} \leq \text{Tensión} < 36 \text{ kV}$  y  $\text{Potencia} \leq 450 \text{ kW}$ : facturación en 3 periodos, 3 máxímetros.
- $1 \text{ kV} \leq \text{Tensión} < 36 \text{ kV}$  y  $\text{Potencia} > 450 \text{ kW}$  en algún periodo: facturación en 6 periodos, 6 máxímetros.

En ambos casos las potencias contratadas pueden ser diferentes entre los distintos periodos, aunque debe cumplirse que la potencia contratada en un período tarifario sea siempre mayor o igual que la potencia contratada en el período tarifario anterior  $PC1 \leq PC2 \leq PC3 \leq PC4 \leq PC5 \leq PC6$ .

Para el caso de facturación en 3 periodos la potencia demandada se realiza mediante la instalación de los correspondientes aparatos de medida que registrarán la potencia cuarto horaria máxima demandada en cada período tarifario: punta, llano o valle. Dicho esto, la compañía puede bonificar facturando sólo el 85% en el término de potencia si el valor registrado por el máxímetro es menor del 85% de la energía contratada, es decir, si en ningún momento (durante un periodo de, al menos, 15 minutos) se ha superado una demanda superior al 85% de la energía contratada.

No obstante, si el valor del máxímetro es superior al 105% de la potencia contratada, la compañía eléctrica penalizará en el término de potencia según esta fórmula:

- $PF: VM + 2 (VM - 105\%PC)$
- PF: potencia facturada
- VM: Lectura máxímetro
- PC: potencia contratada

En el caso de la facturación en 6 periodos, el control de potencia demandada se realiza por medio de las mediciones cuarto horarias de los equipos de medida. La potencia a facturar en cada período tarifario será la potencia contratada.

En el caso de que la potencia demandada sobrepase en cualquier período horario la potencia contratada en el mismo, se procederá, además, a la facturación de todos y cada uno de los excesos registrados en cada período, de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$F_{EP} = \sum_{i=1}^{i=6} K_i \times 1,4064 \times A_{ei}$$

Dónde:

Ki = coeficiente que tomará los siguientes valores dependiendo del período tarifario i:

Periodo	1	2	3	4	5	6
ki	1,00	0,50	0,37	0,37	0,37	0,17

1,4064 = Precio de los excesos de potencia expresado en €/kW, precio según ITC/3519/2009

Aei = se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\sqrt{\sum_{j=1}^{j=n} (P_{dj} - P_{ci})^2}$$

Dónde:

- P<sub>dj</sub> = potencia demandada en cada uno de los cuartos de hora del período i en que se haya sobrepasado P<sub>ci</sub>.
- P<sub>ci</sub> = potencia contratada en el período i en el período considerado.

Por tanto, es imprescindible ajustar la potencia a las necesidades reales del parque.

El suministro objeto de estudio se factura bajo la modalidad de 6 periodos, y la potencia contratada es de 2.588 kW para los periodos del 1 al 5 y de 3.250 kW para el periodo 6. Como puede observarse en la figura OTF.3 la potencia contratada ha sido superada en los meses de julio, septiembre y noviembre, lo que ha supuesto que durante estos periodos se hayan producido penalizaciones por exceso de potencia. El importe asociado al consumo de potencia asciende a 119.179,79 € de los cuales 912,41 € corresponden a penalizaciones por excesos de potencia registrados durante los meses mencionados anteriormente.

### (PR\_PAM) Potencia facturada €

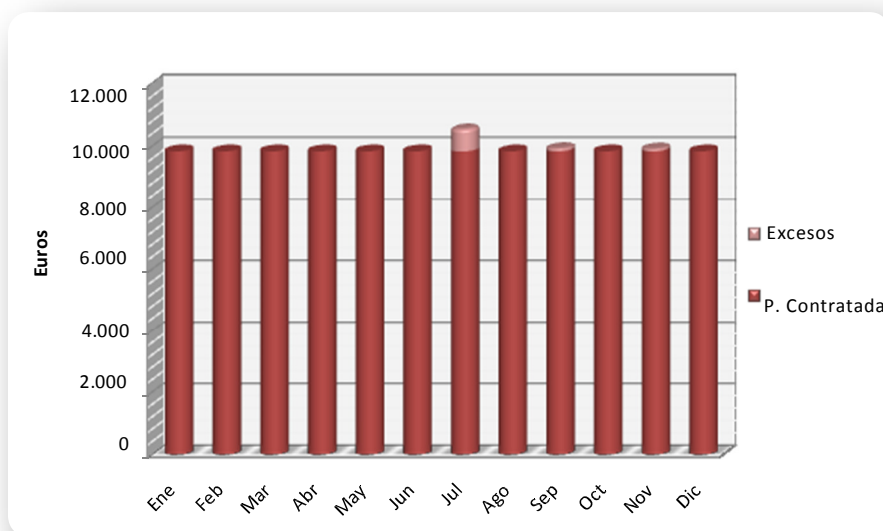


Figura OTF. 3. Importes mensuales facturados en concepto de potencia y excesos.

### 2.2.3 Término de energía reactiva

La energía reactiva es la demanda extra de energía que algunos equipos de carácter inductivo como motores, transformadores y luminarias, necesitan para crear los campos magnéticos necesarios para su funcionamiento. Esta energía está medida por el contador de reactiva.

El término de facturación de energía reactiva está regulado por el artículo 9.3 del Real Decreto de 1164/2001 de 26 de octubre. Este término se aplicará a cualquier tarifa, salvo a la TUR y a la tarifa 2.0A y sobre todos los períodos tarifarios, excepto en el período 3 para las tarifas 3.0A y 3.1A y en el período 6 para las tarifas 6, siempre que el consumo de energía reactiva exceda el 33 por 100 del consumo de activa durante el período de facturación considerado,  $\cos \varphi < 0,95$ , y únicamente afectará a dichos excesos. Se calcula mediante lo siguiente:



- Término de Reactiva =  $(T_e + T_p) \times K_r / 10$        $\cos \varphi = P / (P_2 + Q_2)$

Para $\cos \varphi > 0,95$	0,000000 €/kVAh
Para $\cos \varphi < 0,95$ y hasta $\cos \varphi = 0,80$	0,041554 €/kVAh
Para $\cos \varphi < 0,80$	0,062332 €/kVAh

Precios según ITC/3519/2009.

- $K_r$ : valor porcentual
- $P_2$ : Potencia activa
- $Q_2$ : Potencia reactiva
- $T_e$ : Término de energía
- $T_p$ : Término de potencia
- $\cos \varphi$ : Factor de potencia

Esta energía "extra" puede descompensar la instalación eléctrica y puede acarrear grandes penalizaciones económicas por parte de la comercializadora. Una de las condiciones particulares que se establecen para la aplicación del término de reactiva establece que cuando un consumidor tenga un consumo de energía reactiva superior a 1,5 veces el consumo de energía activa en tres o más mediciones, el organismo competente de la Comunidad Autónoma podrá establecer al consumidor un plazo para la mejora de su factor de potencia y, si no se cumpliera el plazo establecido, podrá ordenar la suspensión del ejercicio del derecho al acceso a las redes en tanto no se mejore la instalación en la medida precisa. Por tanto, se debe intentar reducirla al máximo mediante diferentes actuaciones.

**El Parque de Atracciones de Madrid no ha sufrido penalizaciones por energía reactiva durante el periodo de estudio.**

#### 2.2.4 Tarificación por periodos

En mercado regulado existía el llamado complemento por discriminación horaria, que no era otra cosa que un recargo por consumo durante horas punta y una bonificación en horas valle. Por otra parte, en el mercado liberalizado, se factura de manera diferente, ya que se realiza por periodos, los cuales van marcando los precios que se aplican en cada uno de ellos.

Para el caso de suministros de alta tensión, se encuentran dos formas de facturación distintas, en ellas se reparte el consumo en 3 o 6 periodos horarios en función de la potencia que tenga contratada el suministro.

Se aplicará la tarifa de acceso 3.1A cuando la tensión está comprendida entre 1 y 36 kV, con potencia contratada en todos los periodos tarifarios igual o inferior a 450 kW



ZONA HORARIA: PENÍNSULA				
TARIFA 3.1A		Laborables		Sábado, Domingo y Festivos
Intervalo de horas		INVIERNO	VERANO	
0	1	3	3	3
1	2	3	3	3
2	3	3	3	3
3	4	3	3	3
4	5	3	3	3
5	6	3	3	3
6	7	3	3	3
7	8	3	3	3
8	9	2	2	3
9	10	2	2	3
10	11	2	1	3
11	12	2	1	3
12	13	2	1	3
13	14	2	1	3
14	15	2	1	3
15	16	2	1	3
16	17	2	2	3
17	18	1	2	3
18	19	1	2	2
19	20	1	2	2
20	21	1	2	2
21	22	1	2	2
22	23	1	2	2
23	24	2	2	2

Tabla OTF. 2. Horarios modalidad 3 Periodos.

En el caso en el que la potencia contratada sea mayor de 450 kW en alguno de los periodos, la tarificación es a 6 periodos, y se corresponde con la tarifa de acceso 6.1. La distribución horaria para este caso es la siguiente:

ZONA HORARIA: PENÍNSULA															
Tarifa 6.1		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
							1ª Quincena	2ª Quincena							
Intervalo de horas															
De lunes a viernes	0	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	1	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	2	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	3	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	7	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	8	9		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	9	10													
	10	11													
	11	12	2	2	4	5	5	4	2	2	6	4	5	4	2
	12	13	2	2	4	5	5	3	2	2	6	3	5	4	2
	13	14	1	1	4	5	5	3	2	2	6	3	5	4	
	14	15	1	1	4	5	5	3			6	3	5	4	1
	15	16	1	1	4	5	5	3	1	1	6	3	5	4	1
	16	17			4	5	5	3	1	1	6	3	5	4	
	17	18	2	2		5	5	3	1	1	6	3	5	4	2
	18	19	2	2	4	5	5		1	1	6		5		2
	19	20	2	2		5	5		1	1	6		5		2
	20	21	2	2		5	5	4	1	1	6	4	5		2
	21	22	2	2		5	5	4	1	1	6	4	5	3	2
	22	23			3	5	5	4	1	1	6	4	5	3	
	23	24			3	5	5	4			6	4	5	3	
		1	1	3	5	5	4			6	4	5	3	1	
		1	1	3	5	5	4	2	2	6	4	5	3	1	
		1	1	3	5	5	4	2	2	6	4	5	3		
		2	2				4	2	2		4			2	
		2	2				4	2	2					2	
		2	2	4				2	2				4	2	
		2	2	4									4	2	
Sábados		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Domingos		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Festivos		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	

Tabla OTF. 3. Horarios de modalidad 6 Periodos.

La tarificación de 6 periodos tiene la ventaja de la posibilidad de ajustar mucho más los precios de la energía a la distribución horaria de nuestro consumo, siendo normalmente los precios más bajos que los precios aplicados en 3 periodos.

No obstante, tiene la particularidad de que la potencia contratada debe ser como mínimo 451 kW para al menos un periodo horario, con el consiguiente sobrecoste en el término de potencia que esto conlleva, cuando la potencia no está ajustada correctamente.

El suministro objeto de estudio se trata de un suministro de Alta Tensión que factura bajo la Tarifa de Acceso 6.1. La distribución de sus consumos anuales se puede ver en la figura OTF.2, y cuya distribución horaria aparece reflejada en la tabla OTF.3.

### 2.2.5 Revisión de las facturas

La compañía eléctrica puede incurrir en errores de facturación que deben ser subsanados, entre estos posibles errores se encuentran los siguientes:

- Falta de facturación mensual por no haber realizado la medición del contador.
- Errores en la estimación de las facturas.
- Eliminación de la bonificación por potencia no requerida.
- Etc.

En el caso de estudio **se detectó que la anterior compañía comercializadora (ATEL) facturaba los importes asociados a penalizaciones en concepto de potencia, en facturas posteriores a la que reflejaba los consumos del periodo analizado**, lo que dificulta la posibilidad de realizar un seguimiento del suministro. Esta situación no se da con DETISA- CEPSA que factura todos los conceptos del periodo facturado en una misma factura.

### 3 Análisis de las mejoras disponibles

#### 3.1 Término de potencia

Como se puede comprobar en la figura OTF.3, **las potencias contratadas están bastante ajustadas**, produciéndose unas pequeñas penalizaciones por exceso de potencia durante los meses de verano. Como ya se comentó en el punto 2.2.2 durante el mes de agosto no se han producido penalizaciones, esto se debe a que durante este mes la energía se factura únicamente bajo P6 que tiene contratada una potencia superior al resto de periodos. En este estudio **se va a ajustar la potencia para que en todos los periodos horarios la potencia contratada sea de 3.250 kW**, con ello se pretende evitar tener penalizaciones por exceso de potencia.

Los precios aplicados en la actualidad para la tarifa 6.1 son:

P1	P2	P3	P4	P5	P6
1,35572 €/kW	0,67845 €/kW	0,49651 €/kW	0,49651 €/kW	0,49651 €/kW	0,22654 €/kW

Tabla OTF. 4. Precios mensuales de KW de potencia para la Tarifa de Acceso 6.1

Las siguientes gráficas expresan la facturación del término de potencia que se produciría **con la nueva PCO**

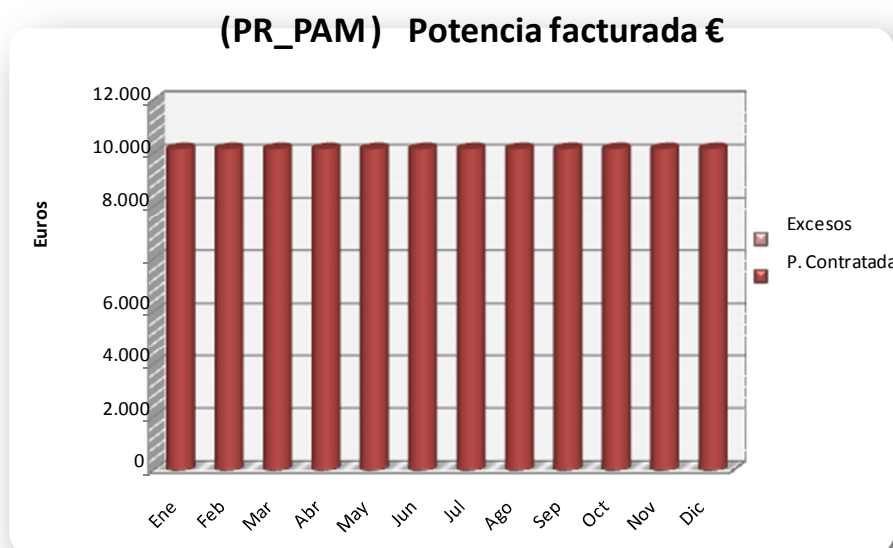


Figura OTF. 4. Potencia propuesta 3250 kW máximo 1.

Como se puede observar en la figura OTF.4 con las nuevas potencias propuestas se evitan las penalizaciones por exceso de potencia, sin embargo al aumentar la potencia contratada también ha aumentado el importe a facturar en concepto de Potencia contratada. Por este concepto de potencia contratada el suministro paga en la actualidad 118.267,38€ que unidos a los 912,48 € que asume en concepto de penalizaciones suponen los 119.267,38€ facturados por potencia durante el periodo de estudio. Con el aumento de potencia estudiado el importe facturado en concepto de potencia ascendería a 146.259,72 €, lo que supone un **aumento del gasto en concepto de potencia de 27.079,93 €**.

Teniendo en cuenta los resultados del estudio, **se recomienda continuar con la potencia contratada en la actualidad**, ya que económicamente es más ventajoso asumir las penalizaciones por excesos de potencia que aumentar la potencia contratada.

### 3.2 Término de reactiva

La recomendación básica para eliminar el consumo de reactiva es la instalación de un dispositivo compensador de energía reactiva, como se ha comentado con anterioridad, en la instalación no se están produciendo consumos de reactiva, por lo que **se asume que el sistema condensador de energía reactiva que posee la instalación está funcionando correctamente**. Para obtener más información al respecto se recomienda consultar capítulo “Calidad de la red eléctrica” del presente Estudio donde aparecerá un estudio más pormenorizado.

### 3.3 Tarificación por periodos

Tal y como se ha comentado anteriormente al tener contratada una potencia superior a 450 kW tiene la obligatoriedad de contratar el servicio bajo una tarifa de 6 periodos, por lo que **no se propone realizar ninguna medida**.

### 3.4 Revisión de la factura

En el caso de estudio **no se encontraron errores de consideración en la facturación realizada por la comercializadora** realizándose correctamente la aplicación de los precios de energía y potencia acordados en el contrato. Aun así la compañía eléctrica puede incurrir en errores de facturación que deben ser subsanados para ello se recomienda realizar una revisión periódica de la facturación energética enfocada a detectar:

1. Posibles modificaciones del sector eléctrico.
2. Errores en la tarificación.
3. Posibles averías en los sistemas ahorradores (baterías de condensadores).

### 3.5 Elección de la comercializadora eléctrica

**A la finalización del contrato vigente se solicitará ofertas a diferentes comercializadoras.**

La elección de la comercializadora eléctrica es crucial a la hora de contratar una buena oferta en mercado libre ya que se pueden encontrar ofertas de energía bastante variables dependiendo de la comercializadora en cuestión. Es necesario tener en cuenta factores como:

- Precio del kWh en cada periodo, prestando especial atención a la curva de carga diaria, analizada en el capítulo de “Calidad de la red eléctrica” del presente Estudio de Auditoría. Ello sirve para contratar la oferta económica que mejor se adapte a los periodos de mayor actividad. Si bien es cierto que las franjas horarias son aún reguladas, se debe tener en cuenta que el precio del kWh ofertado es para cada franja horaria.

- Duración de los contratos y duración de las ofertas especiales y descuentos si las hubiera.
- Periodo de revisión de las tarifas de acceso (regulado por B.O.E) y del precio del kWh. Tipo de revisión (según CESUR, OMIP, IPC, etc.)
- La atención al cliente.
- Otros servicios como información sobre excesos en reactiva, telemedida, telegestión, etc.
- Etc.

En el mercado libre, la relación establecida entre la empresa comercializadora y el cliente viene establecida por un periodo limitado, establecido en el contrato. La mayoría de las veces dicho periodo tiene una duración de 12 meses, prorrogable por periodos de idéntica duración, excepto en los casos en los que el cliente realice la contratación del Acceso a Terceros a la Red (ATR): directamente con la Empresa Distribuidora. La comercializadora representaría al cliente ante la empresa Distribuidora, siendo la comercializadora (en calidad de representante) la que proceda a la formalización del contrato entre la Empresa Distribuidora y el Cliente del contrato de acceso a la Red para el suministro de electricidad en el punto de suministro, aplicándose la tarifa de acceso que corresponda y por la misma duración del contrato firmado con la comercializadora.

Las condiciones aplicadas para la renovación del contrato difieren mucho en función de las condiciones particulares pactadas en el contrato y de la forma de actuar de la comercializadora que suministre la energía.

Normalmente, con anterioridad a la finalización del contrato, la empresa comercializadora comunicará al cliente las condiciones de la renovación y la revisión de los precios que va a aplicar durante la prórroga del contrato o en su caso, la denuncia de no prórroga del mismo. En el caso de que el cliente no quiera continuar con la relación comercial debe comunicar a la comercializadora su decisión de resolver el contrato por escrito, con anterioridad a la finalización del mismo, dentro de un periodo establecido en el contrato. El periodo mínimo para la comunicación entre las partes de la denuncia de no prórroga cambia de una compañía a otra, oscilando entre 60 y 15 días.

Si alguna de las partes hubiera denunciado a la activación de la prórroga del contrato, la compañía comercializadora dejaría de suministrar la energía eléctrica al cliente en la fecha de finalización del contrato, pasando a suministrar la energía la nueva comercializadora con la que el cliente haya firmado el nuevo contrato para el suministro de la energía. La activación de este nuevo contrato está sujeta a la autorización de la compañía distribuidora.

En el caso de que exista un periodo de tiempo en el que el consumidor no disponga de contrato en vigor con ninguna compañía comercializadora, la energía será suministrada por la Comercializadora de Último Recurso operativa en la zona. Los precios aplicados en este periodo, según lo establecido en el artículo 21 de la Orden ITC/1659/2009, de 22 de junio, será el correspondiente a la aplicación de la facturación de la tarifa de último recurso, TUR, sin aplicación de la modalidad de discriminación horaria, incrementado sus términos un 20 por ciento. En estos casos, transcurridos seis meses sin que el consumidor contrate el suministro en el mercado libre se considerará rescindido el contrato entre el consumidor y la comercializadora de último recurso antes de la fecha de expiración, siendo de aplicación a estos efectos lo establecido en el artículo 86.2 del Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministros y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

**Es muy importante señalar que la negociación del precio debe llevarse a cabo en función de los consumos reales realizados por el parque** (los cuales se presentan en la sección 2.2.1 del presente capítulo para el periodo de estudio), **y la curva de carga diaria** (mostrada en el capítulo de “Calidad de la red eléctrica”) ya que de esta manera se ajustaran mejor los precios del kWh en las franjas horarias en las que el consumo del suministro sea mayor. Que en el caso del Parque de Atracciones de Madrid se trata del periodo 6, en que se registra el 60% del consumo total del parque.

## 4 Conclusiones

El Parque de Atracciones de Madrid está compuesto por múltiples atracciones así como diferentes zonas de ocio que están siendo abastecidas por un único punto de suministro eléctrico. La potencia contratada es de 2.588 kW para los periodos de P1 a P5 y de 3.250 kW para el periodo P6. Durante el periodo de estudio el Parque de Atracciones tenía contratado el suministro de la energía, la compañía comercializadora ATEL, aunque debido al cambio de denominación social de la empresa en la última factura del contrato el proveedor pasa a ser ALPIQ ENERGÍA ESPAÑA, S.A.U, En la actualidad este suministro tiene un contrato en el mercado libre con la comercializadora DETISA –CEPSA. Este contrato tiene una duración de 21 meses para hacer coincidir la finalización del contrato con el resto de parques del grupo Parques Reunidos y entró en vigor el 1 de enero de 2011.

Las características generales del suministro objeto de estudio son:

DATOS DEL SUMINISTRO			
COMPañÍA COMERCIALIZADORA	CEPSA (DETISA)	MERCADO	LIBRE
FACTURACIÓN DEL ATR [1]	Este concepto está incluido dentro de la factura emitida por la empresa comercializadora	IMPORTE FACTURADO POTENCIA (€)	119.179,79
FECHA INICIO CONTRATO	01/01/2011	FECHA FIN DE CONTRATO	30/09/2012
CUPS	ES0021000004838111LN	POTENCIA CONTRATADA	P1: 2588 kW P2: 2588 kW P3: 2588 kW P4: 2588 kW P5: 2588 kW P6: 3250 kW
TARIFA DE ACCESO	6.1	MODO FACTURACIÓN	6 periodos
CONSUMO ANUAL ACTIVA (KWH)	6.185.507	GASTO ANUAL TOTAL [2](€)	686.777,10
COSTE MEDIO DEL KWH [3]	0,073802	ALQUILER MENSUAL (€)	98,00

Tabla OTF. 5. Descripción de las características del suministro.

[1] Se incluyen energía activa, reactiva, impuesto eléctrico. Se excluyen término de potencia, alquiler de equipos e IVA.

[2] Todos los conceptos incluidos: energía activa, reactiva, término de potencia, impuesto eléctrico, alquiler de equipos e IVA. Este importe está calculado conforme al histórico de las facturas.

[3] Se incluyen energía activa, reactiva, impuesto eléctrico. Se excluyen término de potencia, alquiler de equipos e IVA.

Destacar que **si no se pretende ejecutar ninguna medida adicional de ahorro energético y/o se pretende incorporar nuevo equipamiento que demande grandes cantidades de energía, se deberá replantear la potencia contratada.**

Hay que señalar que **si las lecturas de años siguientes siguen parámetros similares, con las potencias propuestas, podrían producirse penalizaciones eventuales por exceso.** Aun así, éste es el valor más rentable con los datos disponibles ya que durante muchos meses al año se factura los kW exclusivamente necesarios.



## 5 Anexos

### ANEXO I: TERMINOLOGÍA

- **Ahorro energético:** Consiste en la optimización del consumo energético con objeto de disminuir el consumo de energía con los mismos resultados finales.
- **AT:** Siglas que hacen referencia a Alta Tensión.
- **Batería de condensadores:** Equipos de naturaleza capacitiva que permiten reducir la demanda de energía reactiva de la red, reduciendo o eliminando la penalización en la factura eléctrica que se produce por ese concepto
- **BT:** Siglas que hacen referencia a Baja Tensión.
- **Comercializadora:** Persona jurídica que accediendo a las redes de transporte y distribución tiene como función la venta de electricidad a los consumidores o a otros comercializadores. La comercialización se ejerce libremente en los términos previstos en la ley.
- **Comercializadora de último recurso:** Su función es suministrar energía eléctrica a los consumidores que estén acogidos a la tarifa de último recurso. La factura que el cliente paga a su empresa comercializadora de último recurso incluirá la tarifa de acceso por usar las redes eléctricas de la empresa distribuidora y el precio por la energía consumida según la tarifa de último recurso establecida por la Administración.
- **Complemento tarifario:** Recargos o descuentos asociados al tipo de tarifa elegida por el cliente y las características de su equipo de medida.
- **Discriminación horaria:** Se trata de un complemento que aplica un descuento o un recargo sobre el consumo realizado, dependiendo de la franja horaria en que se realiza dicho consumo. Para su aplicación resulta necesaria la instalación de un equipo de medida adecuado que permita la separación mediante de los consumos de energía en períodos o espacios de tiempo previamente establecidos (horas punta, valle, llano, días pico al año, días altos al año, etc.).
- **Kilowatio(kW):** Unidad de potencia que equivale a mil vatios.
- **Kilowatio hora (kWh):** Unidad de energía.
- **Maxímetro:** Instrumento de medición eléctrica cuya finalidad es obtener el valor máximo de la potencia eléctrica demandada durante el periodo de facturación de una compañía suministradora de energía eléctrica.
- **Suministro:** Entrega de energía a través de las redes de transporte y distribución mediante contraprestación económica en las condiciones de regularidad y calidad que resulten exigibles.
- **Tarifas eléctricas:** Regularización de las cantidades que un cliente tiene que pagar por el uso de la energía eléctrica.
- **Tarifa de Último Recurso (TUR):** Precio máximo y mínimo que podrán cobrar los comercializadores de último recurso a los consumidores que se acojan a dicha tarifa. Las tarifas de último recurso son establecidas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- **Tarifa libre:** Los consumidores pueden negociar el precio de la energía libremente con la comercializadora que elijan.

- **Tarifa regulada:** Los precios son fijados por el Gobierno. En este tipo de tarifa se contrata la energía eléctrica con la distribuidora de la zona en la que se encuentra el suministro.
- **Termino de energía:** Producto de multiplicar la energía consumida durante un periodo de facturación por el precio de dicha energía.
- **Termino de potencia:** Resultado de multiplicar la potencia a facturar por el precio de la potencia y por el número de meses que se factura.

## ANEXO II: NORMATIVA

A continuación se indica la Normativa aplicada a los suministros eléctricos:

- Real Decreto-Ley 3/2006, de 24 de febrero, por el que se modifica el mecanismo de casación de las ofertas de venta y adquisición de energía presentadas simultáneamente al mercado diario e intradiario de producción por sujetos del sector eléctrico pertenecientes al mismo grupo empresarial (BOE 28 febrero 2006)
- Real Decreto 1221/2010, de 1 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 134/2010, de 12 de febrero, por el que se establece el procedimiento de resolución de restricciones por garantía de suministro y se modifica el Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica (BOE 2 octubre 2010)
- Real Decreto 134/2010, de 12 de febrero, por el que se establece el procedimiento de resolución de restricciones por garantía de suministro y se modifica el Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica (BOE 27 febrero 2010)
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (BOE 18 septiembre 2007)
- Real Decreto 1435/2002, de 27 de diciembre, por el que se regulan las condiciones básicas de los contratos de adquisición de energía y de acceso a las redes en baja tensión (BOE 31 diciembre 2002)
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica (BOE 27 diciembre 1997)
- Orden ITC/3366/2010, de 29 de diciembre, por la que se establece la metodología de cálculo del coste unitario de los derechos de emisión de CO<sub>2</sub> asignados a las centrales de generación eléctrica obligadas a participar en el proceso de resolución de restricciones por garantía de suministro a efectos de la liquidación provisional y definitiva de dichas centrales cuando son incluidas en el plan de funcionamiento semanal (BOE 30 diciembre 2010)
- Orden ITC/1601/2010, de 11 de junio, por la que se regulan las subastas CESUR a que se refiere la Orden ITC/1659/2009, de 22 de junio, a los efectos de la determinación del coste estimado de los contratos mayoristas para el cálculo de la tarifa de último recurso (BOE 17 junio 2010)
- Orden ITC/3789/2008, de 26 diciembre, por la que se regula la contratación a plazo de energía eléctrica por los distribuidores en el primer semestre de 2009 (BOE 30 diciembre 2008)
- Orden ITC/2370/2007, de 26 de julio, por la que se regula el servicio de gestión de la demanda de interrumpibilidad para los consumidores que adquieren su energía en el mercado de producción (BOE 3 agosto 2007)
- Resolución de 15 de diciembre de 2010, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se aprueba el perfil de consumo y el método de cálculo a efectos de liquidación de energía, aplicables para aquellos consumidores tipo 4 y tipo 5 que no dispongan de registro horario de consumo, así como aquellos que han pasado de ser tipo 4 a tipo 3, según el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, para el año 2011 (BOE 17 diciembre 2010)

- Resolución de 26 de junio de 2007, de la Secretaría General de Energía, por la que se modifican las reglas de funcionamiento del mercado de producción de energía eléctrica(BOE 29 junio 2007)
- Resolución de 26 de junio de 2007, de la Secretaría General de Energía, por la que se aprueban diversos procedimientos de operación para su adaptación a la nueva normativa eléctrica (BOE 29 junio 2007)
- Resolución de 30 de diciembre de 2002, de la DGPEM, por la que se aprueba el procedimiento transitorio de cálculo para la aplicación de la tarifa de acceso vigente, a partir de los datos de medida suministrados por los equipos existentes para los puntos de medida tipo 4 (BOE 1 enero 2003)
- Resolución de 30 de diciembre de 2002, de la DGPEM, por la que se establece el procedimiento de estimación de medida aplicable a los cambios de suministrador (BOE 1 enero 2003)



# Parque de Atracciones de Madrid

## Gestión Energética



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>194</b>
1.1	Objetivo.....	194
1.2	Alcance.....	195
<b>2</b>	<b>Análisis de la situación actual.....</b>	<b>196</b>
2.1	La gestión energética en el Parque de Atracciones de Madrid.....	196
2.2	Conclusiones.....	196
<b>3</b>	<b>Análisis de las mejoras disponibles.....</b>	<b>197</b>
3.1	Software de gestión energética. Sistemas SCADA.....	197
<b>4</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>201</b>
<b>5</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>202</b>
5.1	Anexo I: Política de ahorro y eficiencia energética.....	202
5.2	Anexo II: Análisis Global Wordpress.....	203
5.3	Anexo III: Terminología.....	204
5.4	Anexo IV: Bibliografía.....	207

# 1 Introducción

El desarrollo actual, en una economía abierta y globalizada, requiere de acciones encaminadas a reducir costos y aumentar la competitividad. En la actualidad se ha visto como los aspectos energéticos han pasado de ser un factor marginal en su estructura de costos a constituir un epígrafe importante en los mismos, a la vez que la necesidad de lograr un mayor equilibrio entre economía y medio ambiente han convertido el ahorro y el uso eficiente de la energía en una herramienta fundamental para lograr este objetivo, manteniendo el nivel de rentabilidad.

Son muchos los estudios sectoriales que ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas instituciones así como las enormes posibilidades de reducir sus costos energéticos mediante la creación de las capacidades técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía. Es importante entender que para una buena gestión energética dentro de la institución no basta con realizar una auditoría energética e implantar las medidas más rentables, sino que es necesario integrar dicha gestión dentro de la estrategia de gestión global, creando una organización que permita la mejora continua. Esta política es lo que se conoce como sistema o plan de gestión energética.

## 1.1 Objetivo

El objeto de esta sección es evaluar el estado actual de gestión energética dentro de las instalaciones en estudio y dar a conocer cuáles son los puntos clave para establecer un sistema de gestión energética. Dicho sistema se diseña para ordenar, planificar, regular, difundir y controlar el modo de operación de los distintos sistemas, procesos y equipos con consumos energéticos aplicables a sus instalaciones, con el objeto de conseguir aumentar su eficiencia, lograr una utilización más racional de la energía consumida y disminuir el coste energético, todo ello, mediante la gestión planificada y optimizada del uso de equipos, procesos y sistemas. Así como una programación personalizada a cada instalación, que consiga una adaptación idónea y racionalizada del modo de trabajo del usuario y de su curva de carga, a la tarifa eléctrica contratada, lo cual permitirá reducir las puntas de potencia, permitiéndonos contratar un término de potencia más bajo, minimizando los costes de los consumos finales de energía eléctrica, mejorando la rentabilidad de sus instalaciones y reduciendo su impacto ambiental.

Dentro de esta sección de gestión energética es importante destacar también la importancia de crear una plataforma de divulgación, ya sea de las propuestas y objetivos de ahorro estudiados en este documento como de otras fuentes y oportunidades de ahorro energética resultado de un modo de trabajo continuo en la gestión de la energía mediante un gestor de contenidos en el que se compartan los conocimientos y logros obtenidos, tanto a nivel interno como con toda la comunidad internauta y así poder tener un intercambio vivo de oportunidades de ahorro.



## 1.2 Alcance

Para alcanzar dicho objetivo se debe llevar a la práctica un sistema y programa establecido de modos y mejoras en el que basarse en el día a día de la empresa, mediante una política de ahorro energética, como ANEXO I.

A partir de esta auditoría energética, se conocen la situación actual y las medidas que serían deseables aplicar en las instalaciones.

La forma de tener un intercambio de opiniones e ideas renovadas de una forma continuada es mediante la creación de una estructura de divulgación a través del gestor de contenido Wordpress, en el que se citan las opciones y oportunidades que ofrece, como ANEXO II. Más adelante en este capítulo, se introducirá la importancia como herramienta de gestión energética de un software tipo de Sistemas SCADA para Gestión y Ahorro Energético y sus aplicaciones en unas instalaciones de las características para la supervisión, control y automatización de los diferentes equipos y procesos que conlleven consumos energéticos.

Por último, también se mostrará, como ese exponencial interés por la gestión energética, ha llevado a AENOR a desarrollar una nueva norma, UNE 216301, que pretende ser una herramienta más a disposición de las organizaciones para alcanzar los compromisos suscritos, y mediante la certificación de su sistema de gestión energética por una organización externa, que dotará de un sello/distinción más, de calidad, innovación y garantía a las instituciones que lo lleven a cabo.

## 2 Análisis de la situación actual

### 2.1 La gestión energética en el Parque de Atracciones de Madrid

Es necesario comentar que en el momento de la realización de este estudio se cuenta con información general de las instalaciones. Si bien se dispone de información muy útil, no se dispone, lógicamente, de la totalidad de la información (incidentes pasados, reposiciones fallidas, etc.), este hecho supone una cierta merma a la hora de abordar cuestiones específicas de cada instalación en lo que a la gestión energética se refiere, pero sirve como punto de partida para una gestión energética futura.

### 2.2 Conclusiones

Para analizar el nivel actual de gestión energética del parque, ha sido necesaria la colaboración e información aportada por el departamento de mantenimiento, siendo esta muy escasa debido al cambio de Director de este departamento en los meses pasados coincidiendo con el cambio de año 2010 al 2011 y gran parte de la información estaba basada en la experiencia personal de esta persona.

Las conclusiones son:

- El parque **no tiene ningún tipo de equipo para poder recoger consumos parciales** de las instalaciones, lo cual no se tiene una herramienta que aportaría datos para calificar el funcionamiento. Sin embargo, se conocen los consumos totales del parque, aunque sería recomendable un sistema SCADA que pudiera recoger y guardar datos, al menos, de las instalaciones más importantes.
- El Parque de Atracciones de Madrid no posee inventario de los equipos más importantes, lo cual supone un inconveniente importante para realizar un plan de mantenimiento acorde.
- Se han aplicado medidas de ahorro energético. Aun así se es consciente de que existe margen de mejora en el ahorro energético y se tienen algunas ideas para llevar a cabo.

## 3 Análisis de las mejoras disponibles

### 3.1 Software de gestión energética. Sistemas SCADA

Se debe volver a hacer hincapié en que el sistema de gestión energética consiste en un paquete de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en un parque. Por lo que es más importante un sistema continuo de identificación de oportunidades que la detección de una oportunidad aislada, con lo que se justifica la implantación de una nueva unidad dentro de la organización de la empresa o institución que eleve las capacidades técnico-organizativas de la misma para ser autosuficiente en la gestión por la reducción de sus costos energéticos. Todo ello conjuntamente conformaría el sistema de gestión energética.

A tal efecto los sistemas SCADA son las aplicaciones informáticas más potentes. Dichos software están especialmente diseñados para gobernar sistemas periféricos auxiliares y gestionar los sistemas de regulación y de ahorro implantados (reguladores de flujo luminoso, balastos electrónicos, reguladores de velocidad de motores, control de aire acondicionado y calefacción, reguladores de factor de potencia, etc.) que permiten optimizar el funcionamiento y consumo de los diferentes equipos de las instalaciones del usuario, manteniendo el nivel de servicio.

El Sistema SCADA permite, a diferencia de las medidas aisladas, abordar el problema en su máxima profundidad, con concepto de sistema, de forma ininterrumpida y creando una cultura técnica que permite el autodesarrollo de la competencia alcanzada por la empresa o institución y sus recursos humanos.

#### 3.1.1 Sistemas SCADA

El sistema SCADA es el acrónimo de “Supervisory Control And Data Acquisition” (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

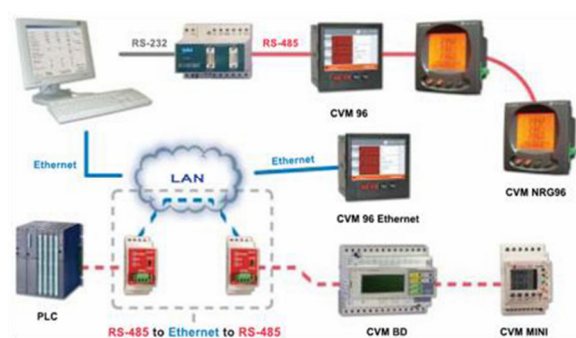
Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de edificios, parques de atracciones o industrias, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el parque de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el funcionamiento de los equipos a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la organización: consumos energéticos, variables energéticas, control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. La comunicación se realiza mediante buses especiales o redes. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están

diseñados para dar a la persona responsable la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Un sistema de gestión energética automatizado de instalaciones industriales constaría además del SCADA de los elementos siguientes:

- Unidad de control y gestión de datos.
- Red de conexión de componentes actuados.
- Receptores, transmisores y captadores.
- Accionadores /actuadores.
- Periféricos de comunicación. Ordenador visualizador.
- Software de gestión personalizado a cada instalación.
- Control de los sistemas de ahorro implantados.



### 3.1.1.1 Utilidades

Los sistemas SCADA ofrecen una gran variedad de funcionalidades orientadas a monitorizar el consumo energético de una instalación. Éstos ofrecen un control real de productividad y ahorro de energía, para ello deberá comunicarse con los equipos mediante una interfaz que permite establecer una gestión de la producción y el consumo eléctrico. A continuación se describe las principales utilidades de un software SCADA específico para la gestión energética y la automatización de parques. Sus utilidades se pueden clasificar en dos grandes grupos: Energía y Control.

#### Energía

- Realizar una supervisión energética.
- Monitorizar el consumo energético de todas las instalaciones: climatización, iluminación, sistemas de comunicaciones, electrodomésticos, etc. Esto permitirá controlar los consumos eléctricos y de combustible instantáneos y registrarlos, de forma que pueda cuantificarse cuánto, cómo y cuándo se consume. Esto permite tanto hacer una gestión personalizada del consumo eléctrico (consumo por franjas horarias, diario, mensual, etc.), como detectar malos funcionamientos de los equipos. El futuro de estos dispositivos será notificar de estos consumos al productor de electricidad y de combustible, de manera que se puedan ajustar con más exactitud los patrones de producción a los hábitos de consumo.

- Monitorizar la calidad del suministro de energía eléctrica recibida de forma que se puede notificar remotamente al suministrador de electricidad, mejorando así el funcionamiento global del sistema de distribución eléctrica.
- Otra gran utilidad está dirigida a la aplicación óptima del plan de mantenimiento energético del parque. La monitorización de las horas de funcionamiento de máquinas, climatización y luminarias permiten el mantenimiento predictivo de las mismas, los cambios de filtros del aire acondicionado, los cambios de luminarias o las revisiones de las máquinas se realizarán en el instante adecuado, aumentando la eficacia del servicio de mantenimiento. De esta manera, queda atrás ya el mantenimiento realizado por periodos de tiempo naturales (no por tiempos de funcionamiento, como ahora) en las industrias sin sistemas de automatización y control. Dotando a la vez en innovación y tecnología a las instalaciones.

## Control

Principalmente, dentro del entorno de los parques de atracciones, se puede destacar:

- Controlar y visualizar en tiempo real las magnitudes que se deseen, por ejemplo, la temperatura a la que se encuentra un determinado recinto o su humedad relativa.
- Gestión de alarmas.
- CCTV.
- Seguridad y gestión. Control de accesos.

### 3.1.1.2 Prestaciones y arquitectura

Hoy en día ante el crecimiento de las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) existen multitud de soluciones para la monitorización y control energético con muy diversas prestaciones y configuraciones posibles.

En este caso lo realmente interesante sería la implantación de un sistema de control de consumos en **tiempo real** y con **almacenamiento de históricos** para poder detectar principalmente los consumos residuales que se producen a fin de intentar disminuirlos en la medida que sea posible.

Igualmente se podría implementar algún módulo de **alarmas** a fin de avisar al operario vía **SMS** en caso de algún tipo de consumo anormal según el patrón establecido.

Se podría configurar el software para que mensualmente generara los informes de los consumos del parque y realizara una **simulación de consumos** para poder comparar con la factura de la compañía distribuidora.

Para poder llevar a cabo la implantación de la aplicación se podría usar una **arquitectura inalámbrica** donde los medidores ubicados en los cuadros de distribución del parque envíasen información en tiempo real a un concentrador ubicado en las oficinas centrales que irá conectado a un PC. Este concentrador se podrá configurar para descargar la información de los consumos directamente al equipo al cual esté conectado o utilizar la red local para subir dichos datos a un **servidor en Internet** donde a través de un control de usuarios se podrá controlar remotamente los consumos del parque **en tiempo real desde cualquier dispositivo con conexión a internet desde cualquier lugar del mundo**.



Esta configuración sería muy útil para su implantación en los diferentes parques ya que permitiría tener un control detallado desde las oficinas centrales y de un solo vistazo, tanto de los consumos como de las anomalías que pudieran presentarse en cada uno de los parques, pudiéndose configurar avisos vía e-mail o SMS a los responsables parques a fin de alertarlos de algún imprevisto.

Mediante un cuidado control de usuarios se puede configurar el portal Web para que cada parque pudiera acceder simplemente a los datos de su parque y configurar un acceso total para las oficinas centrales, que podrán ver los datos de todos los parques sea cual sea su ubicación geográfica, simplemente a través de una conexión a la red o mediante módem GPRS en aquellos lugares donde no se disponga de conexión a internet.

## 4 Conclusiones

Son muchos los estudios sectoriales que ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas instituciones, así como las enormes posibilidades de reducir sus costos energéticos mediante la creación de las capacidades técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía. Es importante entender que para una buena gestión energética dentro de la institución no basta con realizar una auditoría energética e implantar las medidas más rentables, sino que es necesario integrar dicha gestión dentro de la estrategia de gestión global, creando una organización que permita la mejora continua. Esta política es lo que se conoce como sistema o plan de gestión energética.

Las conclusiones son:

- El parque **no tiene ningún tipo de equipo para poder recoger consumos parciales** de las instalaciones, lo cual no se tiene una herramienta que aportaría datos para calificar el funcionamiento. Sin embargo, se conocen los consumos totales del parque, aunque sería recomendable un sistema SCADA que pudiera recoger y guardar datos, al menos, de las instalaciones más importantes.
- El Parque de Atracciones de Madrid no posee inventario de los equipos más importantes, lo cual supone un inconveniente importante para realizar un plan de mantenimiento acorde.
- Se han aplicado medidas de ahorro energético. Aun así se es consciente de que existe margen de mejora en el ahorro energético y se tienen algunas ideas para llevar a cabo.





## 5 Anexos

### ANEXO I: POLÍTICA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

## **ÍNDICE**

<b>1 OBJETO DE LA POLÍTICA</b>	<b>2</b>
<b>2 OBJETIVOS ANUALES Y CONTROL</b>	<b>2</b>
<b>3 BUENAS PRÁCTICAS Y ACTUACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN EQUIPOS E INST. ELÉCTRICAS</b>	<b>3</b>
3.1.- Aislamientos y protecciones solares en edificios.	3
3.2.- Sistemas de calefacción.	4
3.3.- Sistemas de producción de agua caliente.	4
3.4.- Sistemas de refrigeración. Aire acondicionado.	5
3.5.- Instalaciones de iluminación.	5
3.6.- Equipos informáticos, máquinas vending y equipos de restauración.	7
<b>4 OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURA ELÉCTRICA</b>	<b>7</b>
<b>5 RECOMENDACIONES</b>	<b>9</b>
5.1.- Sobre maquinaria.	9
5.2.- Inspecciones térmicas de edificios	11
5.3.- Tipos de energías renovables	11
5.4.- Empresas dedicadas a los servicios energéticos ESCO / ESE.	12
<b>8 RESUMEN DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>13</b>
<b>9 ANEXOS (Plantillas)</b>	<b>14</b>
9.1.- Anexo I: Objetivos de Ahorro Energético	14
9.2.- Anexo II: Seguimiento facturación eléctrica	15
9.3.- Anexo III: Temperaturas y horarios climatización	16
9.4.- Anexo IV: Horarios de alumbrado	17
9.5.- Anexo V: Horarios de funcionamiento de equipos	18

### **1.- OBJETO DE LA POLÍTICA**

El objeto fundamental del presente documento se resume en los siguientes puntos:

1. Introducir el ahorro de energía como elemento esencial de la gestión de la empresa.
2. Definir un sistema adecuado y eficaz para reducir el consumo de energía.
3. Proporcionar un procedimiento para identificar los puntos consumo para reducirlo.

## **2.- OBJETIVOS ANUALES Y CONTROL**

El ahorro de energía debe considerarse como un objetivo prioritario y será responsabilidad de los Directores de cada Parque el conseguir los ahorros anuales por medio de unos **Objetivos de Ahorro Energético**, elaborado y ejecutado en el seno de cada Parque. Para fijar y conseguir dichos objetivos se deberán cumplir los siguientes pasos:

1. Cada Director de Parque asignará un responsable de Ahorro y Eficiencia Energética.
2. El responsable de cada Parque fijará las actuaciones y objetivos de ahorro anuales basados en el presente documento. Se recuerda que todos aquellos objetivos de ahorro que requieran de una inversión asociada el retorno de amortización no debe superar los 2 años.
3. El responsable de cada Parque subirá a Intranet los objetivos anuales de ahorro en la sección correspondiente de “Shared Sites – Control de Costes – Energía Eléctrica – Objetivos de Ahorro Energético” en el formato como **Anexo I** del presente documento haciendo coincidir la fecha de dicha publicación con la que se completa el presupuesto anualizado.
4. El Departamento Técnico compilará todos los objetivos publicados para llevar un control y seguimiento de los objetivos, pudiendo así asesorar y dar apoyo técnico a los Parques.
5. El Director del Parque será responsable de hacer el presupuesto de energía y hacer un seguimiento mensual. El control y seguimiento mensual se realizará subiendo en Intranet “Shared Site – Control de Costes – Energía Eléctrica – Mes correspondiente”, por parte del responsable de ahorros y eficiencia energética copia de la facturación eléctrica mensual correspondiente a su Parque en formato PDF y seguimiento de dicha facturación en el formato como **Anexo II** del presente documento y en la primera semana de cada mes.

6. El Departamento Técnico compilará de forma mensual la información publicada por parte de todos los Parques, pudiendo así tener una base de datos actualizada mes a mes.

### **3.- BUENAS PRÁCTICAS Y ACTUACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN EQUIPOS E INST. ELÉCTRICAS.**

A continuación, se hará mención sobre las buenas prácticas para reducir el consumo de energía y actuaciones de mejora en aquellas instalaciones y equipos englobados en el conjunto de los Parques y que rigen la política de ahorro y eficiencia energética de la empresa sobre la mejor forma de diseñar, desarrollar, implantar, operar y mantener los sistemas productivos y los servicios para conseguir una mayor eficiencia energética. Se deberán aportar todos los datos requeridos a lo largo de este apartado en los formatos correspondientes como **Anexo III, IV y V** del presente documento en la misma fecha y sección de Intranet junto con los objetivos anuales como **Anexo I**, con el objeto de recabar una base de datos actualizada año tras año y servir de herramienta de fácil consulta tanto para los Parques como para el Departamento Técnico.

#### **3.1.- Aislamiento y protecciones solares en edificios.**

- Es necesario un buen aislamiento en muros, paredes, techo y suelos. Se requiere una inspección de dichos aislamientos y llevar a cabo aquellas reparaciones de las zonas deterioradas, por lo que se deberán incorporar al plan de mantenimiento de edificios dichas verificaciones y revisiones.
- Es recomendable la utilización de protecciones (toldos y parasoles) en oficinas para disminuir el grado de insolación en verano.
- Asegurar la hermeticidad de los cerramientos.
- Instalar ventanas con doble cristal y carpinterías con rotura de puente térmico en obra nueva o en reformas de edificios.

#### **3.2.- Sistemas de Calefacción.**

- Establecer y definir horarios y temperaturas en el interior de las oficinas, locales y cocinas climatizadas en el **Anexo III**. El responsable del Parque será el responsable del cumplimiento de los horarios y temperaturas de consigna establecidos independientemente de los responsables de cada área, en cualquier caso cumplirán siempre con la normativa específica en

vigor regulado por la administración competente correspondiente a cada región.

- Revisar el aislamiento en conductos, calderas y depósitos. Debiéndose incorporar a los planes de mantenimiento de dichos sistemas.
- Las calderas deben someterse a revisiones periódicas. Una caldera sucia tiene dificultades para la combustión y por tanto consume más y puede provocar accidentes, por tanto deben estar contempladas en los planes de mantenimiento.
- En el caso de que en la empresa existan radiadores eléctricos, se recomienda sustituirlos por acumuladores o bombas de calor.
- Es recomendable estudiar como soluciones accesibles la instalación de válvulas termostáticas en radiadores y termostatos programadores, fáciles de instalar y pueden amortizarse rápidamente por los importantes ahorros de energía que suponen.

### **3.3.- Sistemas de producción de agua caliente.**

- Se recomienda utilizar energía solar térmica, si las características de las instalaciones lo permiten por superficie y orientación, tanto para ACS (agua caliente sanitaria) como para calentamiento de fluidos necesarios en diferentes procesos. Por lo que serán tenidos en cuenta a la hora de estudiar y establecer los objetivos
- Se recomienda utilizar sistemas de acumulación, ya que son más eficientes que los sistemas de producción instantánea y sin acumulación, por lo que serán igualmente tenidos en cuenta.
- Es importante que los depósitos acumuladores y las tuberías de distribución estén bien aislados. Revisarlos y reparar daños en los aislamientos o en su defecto, proceder a su aislamiento y serán incorporados a los planes de mantenimiento.
- Siempre que no sea necesario para el proceso productivo, no acumular agua a más de 60°C, ya que a esta temperatura puede producirse corrosiones y obstrucciones muy importantes en las tuberías de la instalación. Además, así se evita el riesgo de quemaduras.
- En el caso de que exista recirculación, es recomendable instalar un programador para evitar que funcione por la noche e impedir que se enfríe, por lo que serán tenidos en cuenta a la hora de estudiar y establecer los objetivos.

### **3.4.- Sistemas de refrigeración. Aire Acondicionado.**

- Establecer y definir horarios y temperaturas en el interior de las oficinas, locales y cocinas climatizadas en el **Anexo III**.
- Se aconseja repartir correctamente el frío, evitando corrientes de aire de diferente temperatura.
- Se recomienda utilizar aire exterior para climatizar durante la noche. Un local bien ventilado por la noche no requiere un aporte de energía tan grande a la hora de conseguir la temperatura requerida de confort durante el día.
- Se revisará la ubicación de las unidades exteriores de los aparatos de aire acondicionado y se instalarán o cambiarán a un sitio más fresco y mejor ventilado, donde no incida el sol. Si está en un tejado, es conveniente cubrirlo con una sombra, por lo que serán tenidos en cuenta a la hora de estudiar y establecer los objetivos.
- Se incorporarán a los planes de mantenimiento, en caso de no estarlo las revisiones, limpieza y cambios de filtros de los sistemas de aire acondicionado.

### **3.5.- Sistemas de Iluminación.**

- Evitar el uso innecesario del alumbrado (iluminación demasiado fuerte).
- Utilizar luz natural siempre que sea posible, asegurando que no produzcan deslumbramientos en el trabajo.
- Uso de tecnología eficiente de baja demanda de electricidad para producir el mismo nivel de iluminación. Pueden sustituirse los tubos fluorescentes tradicionales por otros de alto rendimiento. Se obtiene un 10% más de flujo luminoso con menor consumo y mayor vida. Sustituyendo las bombillas incandescentes por lámparas de bajo consumo, para un mismo nivel de iluminación se ahorran hasta un 80% de energía y duran ocho veces más. Los estudios de sustitución de lámparas se tendrán en cuenta para los objetivos, pero siempre con la premisa de plazos de retorno de la amortización por debajo de los 2 años.
- Evitar que las luminarias permanezcan encendidas fuera de horario. Se aconseja utilizar detectores de presencia o temporizadores en servicios, almacenes o pasillos, para que las luces se enciendan y apaguen

automáticamente, por lo que serán tenidos en cuenta a la hora de estudiar y establecer los objetivos.

- Se recomienda por su fácil instalación y bajo coste utilizar fotocélulas y relojes astronómicos en la iluminación exterior, por lo que serán tenidos en cuenta a la hora de estudiar y establecer los objetivos.
- En espacios grandes conviene sectorizar el alumbrado, de tal forma que sólo se enciendan aquellas luces cercanas al pulsador de la luz.
- Es aconsejable en los espacios grandes programar la sustitución de lámparas, realizando el cambio de todas al mismo tiempo. Así mismo, se debe eliminar de las instalaciones aquellas cuyo flujo luminoso esté muy agotado por las horas de servicio, aun cuando no estén quemadas o fundidas.
- Definir e indicar horarios de encendido y apagado en las diferentes zonas de los Parques (aparcamiento, Viales, Edificios, etc.) según los meses del año en el formato como **Anexo IV** siendo responsabilidad de la persona asignada como responsable de ahorros energéticos del Parque que se cumpla a lo largo de la temporada.
- Es recomendable instalar en los edificios del parque un sistema de control con PLC programado, que permite mandar órdenes de apagado al cierre del parque repitiéndose esta orden cada hora hasta la apertura del parque para evitar posibles despistes humanos. Serán tenidos en cuenta a la hora de estudiar y definir los objetivos.

### **3.6.- Equipos informáticos, máquinas vending y equipos de restauración.**

- Definir e indicar horarios de encendido y apagado de equipos informáticos y máquinas vending, equipos de restauración, así como de las cámaras frigoríficas según los meses del año y zona (parque u oficinas) en el formato como **Anexo V** siendo responsabilidad de la persona asignada como responsable de ahorros energéticos del Parque que se cumpla a lo largo de la temporada.
- El personal de restauración será responsable de agrupar los productos en el menor número posible de cámaras frigoríficas por zona, siempre y cuando la mercancía lo permita por el tipo de producto, para evitar tener encendidas en demasía estas cámaras y apagar máquinas de hielo, cafeteras, etc, cuando el restaurante permanece cerrado. El personal de restauración deberá reportar dicha información al responsable asignado

de ahorros energéticos del Centro el cual será responsable de su cumplimiento.

#### **4.- OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURA ELÉCTRICA.**

La optimización de la facturación eléctrica es una de las estrategias más claras para reducir el gasto asociado al consumo eléctrico. El objetivo de este apartado es el de analizar las alternativas para optimizar la facturación eléctrica.

Para proceder a la optimización de la factura eléctrica es necesario que el responsable de cada Parque realice un estudio de los datos de consumo, por medio de las curvas horarias del último año y así evaluar la potencia optima a contratar, siendo éste uno de los objetivos de Ahorro. Posteriormente en España desde el Departamento Técnico y en contacto con la comercializadora eléctrica con contrato en vigor y bajo estas premisas se procederá a las posibles modificaciones de la potencia a contratar.

En el resto de Europa las modificaciones las realizará el responsable de cada Parque directamente con la comercializadora eléctrica con contrato en vigor y siempre con el apoyo del Departamento Técnico.

En España el Departamento Técnico negociará el contrato de suministro eléctrico con las diferentes comercializadoras eléctricas que operan a nivel Nacional en el mercado liberalizado español. En el resto de Europa se negociará con las diferentes comercializadoras que operen en la región conjuntamente el Parque con el Departamento Técnico y el Departamento de Costes. Es muy importante para una buena negociación de los contratos además de tener actualizados mensualmente los datos de consumo en el **Anexo II**, un histórico actualizado de los consumos por periodos, de ahí el adjuntar a la actualización de este anexo una copia de la facturación.

Se prestará especial atención a las siguientes recomendaciones:

- Los contratos eléctricos tendrán **periodos de vigencia** de 1 año, excepto en aquellos casos que se estime de una forma claramente beneficioso a uno de mayor duración, en cuyo caso se estudiará conjuntamente entre el Parque y el Departamento Técnico.
- Los contratos se harán coincidir con el año fiscal, siendo este el inicio **1 de Octubre y finalización 30 de Septiembre.**
- Siempre que sea posible, dependiendo del tipo de tarifa regulada según el punto de suministro y el país en cuestión, se negociarán y



contratarán **los precios de la energía** por periodos horarios, evitando siempre que así se pueda contratar un único precio medio.

- Contratar una **potencia optima** estudiada previamente.
- **Energía reactiva (factor de potencia)**

Actualmente se dispone de medios diversos para reducir el consumo de energía reactiva. Quizás el más extendido sea el de instalar una batería de condensadores. El objeto de ésta es el de generar la energía reactiva que consume el Parque a fin de reducir tanto como sea posible la cantidad de energía reactiva que se demanda de la red de la compañía eléctrica.

El responsable de cada Parque se encargará de controlar mensualmente este consumo de energía reactiva para no incurrir en penalizaciones y actuar en caso de incidencia.

- **Unificación de contratos y Baja de un suministro**

Si en un Parque se tienen varios contratos eléctricos con el consiguiente cargo innecesario como es el tener varias potencias contratadas, precios diferentes de energía en cada uno de ellos, etc. Se deberá estudiar la posibilidad de unificar los contratos y el coste de la inversión a realizar.

La unificación de los contratos conlleva el tener un único punto de medida para poder contratar un solo suministro eléctrico total para todo el Parque. El estudio englobaría los siguientes puntos dependiendo del tipo y país en el que se encuentra ubicada la instalación:

- Consulta a la distribuidora eléctrica de la zona.
- Proyecto y tramitación legal.
- Realización de las obras necesarias según proyecto.
- Recepción de la obra por parte de la distribuidora eléctrica.
- Modificación o nuevo contrato eléctrico.
- Baja de los contratos parciales.

En la práctica, puede resultar que se tengan suministros eléctricos que fueron contratados para un servicio concreto, y que concluido el mismo han seguido dados de alta a pesar de no tener ningún consumo. En estos casos, y si no se prevé la existencia de consumos futuros se deberá dar de baja el citado suministro por parte del Parque.

## **5.- RECOMENDACIONES.**

### **5.1.- Sobre maquinaria.**

- En instalaciones de calderas se recomienda:
  - Recuperación del calor de los gases.
  - Ajustar la mezcla aire-combustible.
  - Revisar posibles pérdidas en paredes y purgas.
  - Regulación, revisión y limpieza periódica de componentes.
  - Sustituir una caldera grande por varias más pequeñas para utilizarlas todas a plena carga, ya que funcionando a régimen máximo tienen mejor rendimiento.
  - Verificar periódicamente la eficiencia de la combustión.
  - Las calderas de condensación y las de baja temperatura, aunque suponen una mayor inversión que las convencionales, procuran ahorros de energía tales que el coste se recupera en un corto periodo de tiempo.
- En instalaciones de aire comprimido:
  - Ubicar el compresor lo más próximo al punto de mayor demanda.
  - Considerar la utilización de compresores de dos etapas con enfriamiento intermedio.
  - Evitar la operación de un compresor en vacío.
  - Evitar el sobredimensionado de un único equipo.
  - Tomar el aire de admisión del exterior porque su temperatura es más baja.
  - El enfriamiento previo del aire de admisión mejora su eficiencia.
  - Aumentar la presión de aire de admisión, mantener los filtros limpios y las tuberías libres de obstrucción.
  - No operar a presiones superiores a las recomendadas por el fabricante.
- En instalaciones de hornos y secaderos:
  - Aprovechar el calor residual de los gases de expulsión.
  - Aislar la instalación adecuadamente.
  - Estudiar la granulometría del producto, ya que cuanto más fino es el elemento, mejor se seca.
  - Mantener las superficies de intercambio limpias.
  - Asegurarse de que la distribución de aire dentro del equipo sea la adecuada.
  - Programar la producción para que los hornos operen siempre a su máxima capacidad.
- Cámaras frigoríficas:
  - Adecuar la temperatura del producto al tiempo de conservación.
  - Definir temperaturas y control en los planes de mantenimiento.
  - Mantener los elementos de control y regulación en buen estado.
  - Mantener las puertas cerradas o con cortinillas flexibles.
  - Buen aislamiento y cierre hermético.

- Independizar las cámaras frigoríficas de las zonas calefactadas.
- No sobredimensionar la instalación.
- Motores eléctricos:
  - Reducir el tamaño de motores sobredimensionados.
  - Utilizar motores de alta eficiencia y de dos velocidades.
  - No deben aparecer chispas en un motor de anillos o de colector.
  - Los contactores necesitan especial atención, deben realizar un buen contacto, excitarse simultáneamente sin dificultades.
- En instalaciones eléctricas incluir en los planes de mantenimiento las siguientes recomendaciones:
  - Comprobación del estado y funcionamiento de relés térmicos.
  - Verificación del aislamiento eléctrico de protecciones y líneas de todos los circuitos.
  - Verificación de circuitos y puestas a tierra.
  - Verificación de puntos de consigna en protecciones magneto-térmicos e interruptores diferenciales.
  - Verificación del aislamiento eléctrico y temperatura de conductores de líneas de alimentación a motores.
  - Inspección de circuitos eléctricos de alimentación: Interruptores, protecciones.
  - En conductores y puntos con riesgo de descarga: no permitir la existencia de hilos desnudos, reparar los contactos defectuosos, reparar las derivaciones a tierra estropeadas, aislarlos correctamente.
  - Sustitución de fusibles, protecciones que deben trabajar en caso de necesidad.
  - Si se funden con excesiva frecuencia debe repararse la instalación y buscar el defecto y repararlo, calibrando de nuevo el fusible si fuera necesario. En caso de calentamiento de motores, debe actuarse rápidamente.

## **5.2.- Inspecciones térmicas de edificios.**

Las operaciones de mantenimiento son fundamentales para asegurar que las máquinas funcionen siempre a su máximo rendimiento, ya sea desde el aspecto puramente funcional como desde el punto de vista energético.

Consultar Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de Diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

### **5.3- Tipos de energías renovables.**

Existen varios tipos de energías renovables, tanto para autoconsumo, como para venta de la energía producida. La compra de estas energías verdes por parte de las distribuidoras eléctricas, por lo general, suele estar primada por medio de subvenciones que hacen ser rentables en mayor o menor medida su producción dependiendo del país en cuestión.

Estas rentabilidades no suelen encajar con la política de inversión de Parques Reunidos, con retornos de amortización inferiores a 2 años, pero se puede dar el caso de una inversión y explotación por parte de una empresa externa en la que los Parques por medio de acuerdos marco consigan interesantes beneficios.

Sobre estos tipos de producción de energía, los Directores de cada centro estudiarán la posibilidad de implantación dentro de sus instalaciones y deberán incluirlo como posible recurso en su Objetivo de Ahorro. Una vez aprobado por el correspondiente Director de Área se presentará como inversión al Departamento Técnico que deberán aprobar la viabilidad y el seguimiento del proyecto.

A continuación se citan algunas de las energías renovables más utilizadas:

- *Energía Solar Fotovoltáica.*  
Este es un claro ejemplo en el que los Parques pueden estudiar su implantación en alguna de sus instalaciones por medio de paneles fijos sobre cubierta, como pueden ser en las zonas de aparcamiento sobre marquesinas y con inversión externa.
- *Energía Solar Térmica.*
- *Energía Eólica.*
- *Energía procedente de la biomasa o biocombustibles.*
- *Cogeneración.*

### **5.4.- Empresas dedicadas a los servicios energéticos ESCO / ESE.**

En caso de necesitar una auditoría energética por parte de una empresa especializada conviene consultar la Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos. En cada caso, se

valorarán y estudiarán de forma conjunta entre el Parque y el Departamento Técnico las diferentes opciones que existen a la hora de contratar los servicios de una ESCO / ESE, empresas de servicios energéticos.

## **6.- RESUMEN DE PROCEDIMIENTOS.**

Conforme a éstas medidas y actuaciones para conseguir un ahorro y eficiencia energética, se deberá hacer por parte de la Dirección de cada Parque un seguimiento mensual de la facturación eléctrica y publicarlo en la intranet en las fechas acordadas por medio de los diferentes responsables asignados.

Los datos se compartirán de la siguiente forma:

- Los responsables de ahorros energéticos de cada Parque colgarán en Intranet “Shared Sites – Control de Costes – Energía Eléctrica – Objetivos de Ahorro Energético” en la misma fecha en el que se completa el presupuesto anualizado los Objetivos de Ahorro anuales en el formato como **Anexo I**.
- Los responsables de cada Parque colgarán en la misma sección de Intranet que el punto anterior y en la misma fecha, las consignas de temperaturas y horarios anuales de todas las instalaciones climatizadas en el formato como **Anexo III**.
- Los responsables de cada Parque colgarán en la misma sección de Intranet que los puntos anteriores y en la misma fecha, los horarios de iluminación tanto exterior como interior de todas las instalaciones del Parque en el formato como **Anexo IV**.
- Los responsables de cada Parque colgarán en la misma sección de Intranet que los puntos anteriores y en la misma fecha, los horarios de funcionamiento tanto de las máquinas vending, equipos de restauración, como equipos informáticos en el formato como **Anexo V**.
- Los responsables de cada Parque colgarán en la primera semana de cada mes y en la misma sección de Intranet que los puntos anteriores y en la carpeta del mes y Parque correspondiente los datos de

consumo y facturación eléctrica del mes cumplido, copia en PDF de la facturación eléctrica y formato actualizado como **Anexo II**.

- Al final del ejercicio se actualizará el **Anexo I** de Objetivos indicando cuales se han cumplido y cuáles no, además de haber incluido aquellas acciones no contempladas al inicio del ejercicio.

El responsable de ahorros y eficiencia energética del Parque a demás de compartir la información anteriormente mencionada verificará el cumplimiento de estos procedimientos.


Nota: El objetivo de estos procedimientos es el control del gasto. Si algún Parque utiliza otros formatos de control de horarios, funcionamientos y seguimiento de objetivos de ahorro pueden ser utilizados igualmente previa autorización del Director Técnico.

14

 <b>PARQUES REUNIDOS</b>		<b>Anexo II - FACTURACIÓN ELÉCTRICA</b>										Rev. 0
<b>Centro:</b>							<b>AÑO:</b>		<b>Hoja:</b>	/_/		
<b>ID del Suministro*:</b>							<b>CONTRATO</b>					
<b>kW Contratados:</b>	P1	P2	P3	P4	P5	P6	<b>Fecha Inicio</b>	<b>Fecha Final</b>	<b>Tiempo de preaviso</b>			
<b>Mes</b>	<b>Energía</b>				<b>Potencia</b>	<b>Excesos Potencia</b>	<b>Reactiva</b>	<b>Impuestos Eléctricos</b>	<b>Total</b>			
	<b>Real</b>	<b>Ppto</b>	<b>Dif.</b>	<b>Real</b>					<b>Real</b>	<b>Ppto</b>	<b>Dif.</b>	
	<b>kwh</b>	<b>kwh</b>	<b>%</b>	<b>€</b>								<b>€</b>
Octubre												
Noviembre												
Diciembre												
Enero												
Febrero												
Marzo												
Abril												
Mayo												
Junio												
Julio												
Agosto												
Septiembre												
<b>Total Año:</b>												
<b>Indicar actuación en caso de incidencia</b>												
Octubre												
Noviembre												
Diciembre												
Enero												
Febrero												
Marzo												
Abril												
Mayo												
Junio												
Julio												
Agosto												
Septiembre												

\* Rellenar una ficha por cada contrato



		Anexo III - TEMPERATURA Y HORARIOS EN SIST. DE CLIMATIZACIÓN												Rev. 0																							
Centro:		Año:												Hoja: 1																							
Instalación	Responsable	Oct			Nov			Dic			Ene			Feb			Mar			Abr			May			Jun			Jul			Ago			Sep		
		T	on	off	T	on	off	T	on	off	T	on	off	T	on	off	T	on	off	T	on	off	T	on	off	T	on	off	T	on	off	T	on	off	T	on	off
		%C	h	h	%C	h	h	%C	h	h	%C	h	h	%C	h	h	%C	h	h	%C	h	h	%C	h	h	%C	h	h	%C	h	h	%C	h	h	%C	h	h
				</																																	

[illegible]

\*Inventariado de todas las cámaras frigoríficas.



## **ANEXO II: ANÁLISIS GLOBAL WORDPRESS**

## **ÍNDICE**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>OTROS GESTORES DE CONTENIDO CMS</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>OPCIONES Y POSIBILIDADES</b>	<b>5</b>
<b>5.</b>	<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>7</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una oferta variada e interesante de programas dedicados a la gestión de contenidos CMS (Content Management Systems), enfocados a la creación de blogs, sitios web, con posibilidad de definir nuevas páginas, nuevas opciones, así como la actualización y reorganización de la información. Más adelante nombraré y comentaré alguno de ellos, pero vamos a centrarnos en el sistema Wordpress, que es el programa que usaremos como medio de difusión de los contenidos de nuestro proyecto, siendo alguno de los motivos de su elección, por ser un software libre, su facilidad de uso y sus características como gestor de uso.

## 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Wordpress es un sistema estructurado por plantillas, que se utiliza principalmente, para publicar web basado en entradas ordenadas por fecha, entre otras muchas posibilidades, que iré comentando a continuación:

Es un programa de fácil instalación, con actualizaciones automáticas. Posé la característica de crear múltiples blogs, con capacidad de crear páginas estáticas y artículos ordenados por categorías, subcategorías y etiquetas.

Ofrece la posibilidad de diferenciar y encasillar las entradas introducidas por estados, es decir, que las entradas las podemos diferenciar como, publicadas, borrador (con guardado automático), esperando revisión, privado (sólo para usuarios registrados) y protegido con contraseña.

Las publicaciones pueden ser mediante email y la importación desde Blogger, Blogware, Dotclear, Greymatter, Livejournal, Movable Type y Typepad, Textpattern y desde cualquier red social.

Permite comentarios y herramientas de comunicación entre blogs, enlaces permanentes y fáciles de recordar, distribución de artículos y discusiones, gestión y distribución de enlaces, subida y gestión de adjuntos y archivos multimedia. Admite plantillas y "Widgets", aunque no todas las plantillas lo soportan.

Contiene una búsqueda integrada tanto para búsquedas en entradas y páginas estáticas, como para google.

Una característica no muy buena, es que sólo soporta un blog por instalación, aunque se compensa con la facilidad de éste a la hora de administrar y configurar múltiples blogs desde una sola instalación.

La estructura está basada en plantillas, que sirven para crear la forma y apariencia del blog. Existe una gran cantidad de profesionales y usuarios dedicados al diseño de estas plantillas que una vez revisados y aprobados se suelen agregar al sitio de Wordpress.

La posibilidad de personalización de este sistema a la hora de diseñar, estructurar o gestionar, la flexibilidad del sistema de plantillas y la gran cantidad de complementos (plugins), son tan grandes que hacen de Wordpress un programa muy interesante.



### 3. OTROS GETORES DE CONTENIDO CMS.

CMS como son Spip, Mambo o Joomla responden a las funciones base de la gestión de contenidos. Mambo y Joomla son herramientas para la gestión de sitios Web muy eficientes y de muy fácil acceso aún para los que no pertenecen al sector informático. Su simplicidad de uso los hacen muy interesantes, pero tanto Spip, Mambo, como Joomla son , sin embargo, limitados especialmente en la estructura del contenido y clasificación de la información. Otros como Drupal, Typo3, eZ publish y Zope, merecen consideración por sus soluciones apropiadas y que comentamos a continuación, haciendo una comparativa con Wordpress, que nos puede clarificar el ¿por qué? de la elección de este último.

**Zope** es un servidor de aplicaciones muy completo, que va más allá de la función CMS, pero su gran defecto es haber sido construido en un entorno Python, ya que las competencias para éste son escasas y esto hace que su desarrollo y mantenimiento se haya quedado estancado.

**Spip** es uno de los pocos CMS que dispone de varios miles de referencias en el mundo. Esto es debido a su simplicidad, ya mencionado anteriormente, simplicidad de uso, desarrollo y adaptación, pero presenta algunas limitaciones en cuanto a las funcionalidades de gestión de contenidos limitándolo a un uso exclusivo no corporativo, por esta razón preferimos Wordpress, a pesar de que Spip cuenta con una interfaz de administración traducida en más de veinte idiomas, incluyendo árabe, esperanto, ruso e incluso chico, pero es algo que no nos interesa en demasía, ya que Wordpress tiene la posibilidad de traducción al español aunque el idioma matriz sea el inglés.

**Typo3** es considerada una de las herramientas más ricas, entre las funcionalidades que ofrece hay que destacar la manipulación de imágenes, que permite cambiar su tamaño, crear viñetas y generar títulos a las mismas. Otro punto fuerte son los módulos, en el que se pueden agregar un conjunto de funcionalidades, modificar una existente, siendo compatible con versiones futuras de Typo3. La única pega que podemos mencionar es que es muy utilizado en países germanos, pero no siendo así en España.

**Drupal** es creado para formar parte de un blog colectivo y desarrollos complejos, orientado al diseño de páginas. Es idóneo en la gestión de contenidos, seguridad, versatilidad de bloques y gestión de la internacionalización, pero su interfaz tiene muy pocas entradas superiores y

muchos en niveles intermedios, creando una cierta confusión a la hora de encontrar lo que buscamos y junto a que no es muy utilizado en España y por tanto, siendo difícil encontrar desarrolladores avanzados, hacen que la opción de Drupal frente a Wordpress no sea buena.

**Joomla** es similar a Drupal y más utilizado en España y si el trabajo está más enfocado a la realización en grupo, quizás Joomla sea una muy buena elección, pero si se requiere un sitio con máxima personalización, entonces el idóneo es Wordpress.

**eZ publish** se distingue por sus soluciones abiertas y posibilidades de configuración y de extensión. Es una de las herramientas más poderosas disponibles en código abierto, permitiendo crear tipos de contenidos en línea. Es altamente personalizable y esto lo hace realmente atractivo. Está desarrollado en PHP y MySQL, al igual que Wordpress, implementa el protocolo WebDAV, permite tres vistas diferentes en los archivos y separa completamente contenido y presentación. Cometa es el principal integrador de eZ publish en el mercado español, siendo este programa una muy buena elección para uso de cualquier tipo de proyecto.

En definitiva, podría decir que, Wordpress es mejor para blogs y Joomla, Drupal y eZ publish, serían útiles para funcionalidades Web en las que se distingan presentaciones, publicación de noticias y foros, siendo estos muy utilizados en la comunidad periodista.

## 4. OPCIONES Y POSIBILIDADES

A continuación enumeramos las opciones y posibilidades que nos ofrece Wordpress:

- Podemos acceder al panel de administración de nuestro blog de distintas formas, desde la portada de nuestro blog, desde la portada de Wordpress o directamente desde la dirección del panel de control.
- Modificar el título, la descripción, el idioma del blog, dirección de email y algunos ajustes de fecha y hora.
- Se pueden modificar diferentes aspectos de la parte visible de nuestro blog, como la portada.
- Podemos configurar las opciones generales de discusión referente a artículos y comentarios, que permiten establecer vínculos con otros blogs, que los visitantes comenten, moderación de comentarios en general, etc.
- Permite o bloquea la indexación del blog por parte de motores de búsqueda, listados de blogs, etc.
- La opción Borrar Bitácora nos permite eliminar el blog y en el apartado dominio podemos redireccionar un dominio que ya tengamos a nuestro blog.
- Empezar a escribir es tan sencillo como utilizar un procesador de texto, pudiendo añadir enlaces e imágenes.
- Tiene 50 Mb para subir nuestros archivos e imágenes y una ayuda para incrustar vídeos de servidores como Youtube, Google, SplashCast y DailyMotion.
- Podemos ir creando categorías a medida que vamos escribiendo, e incluso cambiarles el nombre, eliminarlos, creas unas nuevas u organizarlas jerárquicamente.
- Se pueden editar los comentarios de nuestros lectores o eliminarlos y utiliza un filtrado de comentarios, dejándolos pendientes de moderación, para que el autor elija que comentarios publica y cuáles no.
- Podemos agregar nuevos usuarios con distintas funciones en nuestro blog, cada uno con capacidades más o menos restringidas.

## 5. FUENTES DE INFORMACIÓN

### Libros

- Libro Blanco: *GESTIÓN DE CONTENIDOS - SOLUCIONES ABIERTAS*. Smile Open Source Solutions. <http://www.Smile-iberia.com>.
- Francesc Balagué. *MANUAL DEL USUARIO WORDPRESS*. Licencia Creative Commons 2.5. <http://www.blocdeblocs.net>.

### Webs

- <http://www.es.wikipedia.org/w/index.php?title=WordPress&printable=yes>
- [http://www.es.wikipedia.org/w/index.php?title=EZ\\_Publish&printable=yes](http://www.es.wikipedia.org/w/index.php?title=EZ_Publish&printable=yes)
- <http://ayudawordpress.com/drupal-vs-wordpress/>
- <http://wordpress.org/>
- <http://www.soporte-wordpress.org/foro/>

### ANEXO III: TERMINOLOGÍA

- **Ahorro Energético:** Consiste en la optimización del consumo energético, cuyo objeto es disminuir el uso de energía pero produciendo los mismos resultados finales.
- **Auditoría energética:** Una auditoría energética es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un parque, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio. Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida. Cuando el objeto de estudio es un parque ocupado se busca reducir el consumo de energía, manteniendo y mejorando al mismo tiempo el confort higrotérmico, la salubridad y la seguridad. Más allá de la simple identificación de las fuentes de energía, una auditoría energética tiene por objeto dar prioridad a los usos energéticos de acuerdo con el mayor a menor costo efectivo de oportunidades para el ahorro de energía.
- **Consumo energético:** Gasto total de energía en un proceso determinado.
- **Eficiencia energética (EE):** Conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad o del personal (en el sector industrial). La eficiencia energética es más alta cuanto menos energía se pierda durante su extracción, transformación, distribución y uso.
- **Gestión Energética:** Administración de energía, como subsistema de la gestión empresarial, abarca las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas, a partir de entender la eficiencia energética como el logro de los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la mínima contaminación ambiental por este concepto.
- **Hardware:** Corresponde a todas las partes físicas y tangibles de una computadora: sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos; sus cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado; contrariamente al soporte lógico e intangible que es llamado software.
- **Innovación tecnológica:** Es la más importante fuente de cambio en la cuota de mercado entre firmas competidoras y el factor más frecuente en la desaparición de las posiciones consolidadas. Es considerada hoy como el resultado tangible y real de la tecnología, lo que en determinadas se conoce como introducción de logros de la ciencia y la tecnología. El proceso de Innovación tecnológica posibilita combinar las capacidades técnicas, financieras, comerciales y administrativas y permiten el lanzamiento al mercado de nuevos y mejorados productos o procesos.
- **Mantenimiento Correctivo:** Corresponde al conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se presentan en los distintos equipos y productos durante su utilización y funcionamiento.
- **Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento que tiene por misión mantener a los equipos y productos en un nivel determinado de servicio, programando las correcciones de sus puntos más vulnerables.
- **Mantenimiento Predictivo:** Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones y productos, mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables representativas.

- **PLC (Programmable Logic Controller):** Es un hardware industrial, que se utiliza para la obtención de datos. Una vez obtenidos, los pasa a través de bus (por ejemplo por ethernet) en un servidor. no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).
- **Potencia:** Cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo. Se expresa en watts (vatios).
- **Potencia nominal:** Potencia de funcionamiento de entrada que demanda un aparato en condiciones de uso normales; esto quiere decir que el aparato está diseñado para soportar esa cantidad de potencia, sin embargo debido a fluctuaciones en la corriente, al uso excesivo o continuo, o en situaciones de uso distintas a las del diseño, la potencia real puede diferir de la nominal, siendo más alta o más baja.
- **Potencia eléctrica en corriente continua (CC):** Cuando se trata de corriente continua (CC) potencia eléctrica desarrollada en un cierto instante por un dispositivo de dos terminales es el producto de la diferencia de potencial entre dichos terminales y la intensidad de corriente que pasa a través del dispositivo.
- **Potencia eléctrica en corriente alterna (AC):** Cuando se trata de corriente alterna (AC) sinusoidal, el promedio de potencia eléctrica desarrollada por un dispositivo de dos terminales es una función de los valores eficaces o valores cuadráticos medios, de la diferencia de potencial entre los terminales y de la intensidad de corriente que pasa a través del dispositivo.
- **Salas Técnicas:** Salas donde se ubican instalaciones que dan servicio al parque como sala de calderas, sala de bombeo, centros de transformación, sala de cuadros eléctricos, sala de contadores, sala de sistemas de alimentación ininterrumpidas o cualquier sala de máquinas, así como salas de fotocopiadoras o reprografía, sala de fax, centralita telefónica, salas de mensajería y empaquetado.
- **SCADA:** Aplicación software especialmente diseñada para funciona sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos...) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. También provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la organización (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.).

Control de supervisión = medir para corregir.

Registro de datos = obtención y tratamiento de datos.

- **Sistema de control y regulación:** Conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática o manual el encendido y apagado o el flujo luminoso de una instalación de iluminación. Se distinguen 4 tipos fundamentales:
  - a) regulación y control bajo demanda del usuario, por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia.
  - b) regulación de iluminación artificial según aporte de luz natural por ventanas, cristalerías, lucernarios o claraboyas;
  - c) control del encendido y apagado según presencia en la zona.
  - d) regulación y control por sistema centralizado de gestión.
- **Sistema de detección de presencia:** Conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática, el encendido y apagado de una instalación de iluminación en función de presencia o no de personas en la zona. Existen 4 tipos fundamentales de detección:
  - a) infrarrojos;
  - b) acústicos por ultrasonido;
  - c) por microondas;
  - d) híbrido de los anteriores.
- **Sistema de gestión energética (SGE):** Se compone de la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.
- **Sistema de temporización:** Conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática, el apagado de una instalación de iluminación en función de un tiempo de encendido prefijado.
- **Software:** Se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de un computador digital, y comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica, en contraposición a los componentes físicos del sistema (hardware). Suele sustituirse por expresiones tales como programas (informáticos) o aplicaciones (informáticas).
- **STAND-BY:** Consumo en espera de diferentes aparatos electrónicos, tales como TV,
- monitores, ordenadores, reproductores de audio o video, etc. En Stand-By, el aparato se encuentra conectado, a la espera de recibir órdenes, por lo que consume energía eléctrica.
- **Zona de actividad diferenciada:** Espacio o local con un determinado uso y por tanto, con unos parámetros de iluminación acordes con el mismo.
- **Zonas expositivas:** Espacios destinados a exponer productos de diferente índole al público.
- **Zona de uso esporádico:** Espacios donde la ocupación es aleatoria, no controlada y no permanente, como aseos, pasillos, escaleras, zonas de tránsito, aparcamientos, etc.

**ANEXO IV: BIBLIOGRAFÍA**

- Norma UNE 216301 de “Sistema de Gestión Energética”. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- Norma UNE 216301 de “Sistema de Gestión Energética. Requisitos”. Boletín Informativo de ENERTEK.
- “Eficiencia Energética en Edificios”. Certificación y Auditorías Energéticas. Ed. Thomson.
- “Guía de Ahorro Energético en Instalaciones Industriales”. Centro de Ahorro y Eficiencia Energética de Madrid.
- “Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable” Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- “Guía de Ahorro Energético en Gimnasios”. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM).
- “Plan de Asistencia Energética en el sector Hotelero”. Junta de Castilla y León.
- “Plan de Asistencia Energética en el sector Textil”. Junta de Castilla y León.
- “Plan de Asistencia Energética en el sector Cerámica”. Junta de Castilla y León.
- “La Domótica como solución de Futuro”. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM).
- “La Domótica aplicada al Ahorro y la Eficiencia Energética”. Asociación Española de Domótica (CEDOM).





# Parque de Atracciones de Madrid

## Mantenimiento Energético



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>212</b>
1.1	Objetivo.....	213
1.2	Alcance.....	213
1.3	Normativa.....	213
<b>2</b>	<b>Análisis de la situación actual.....</b>	<b>214</b>
2.1	El mantenimiento energético en el Parque de Atracciones de Madrid.....	214
2.2	Conclusiones.....	214
<b>3</b>	<b>Análisis de las mejoras disponibles.....</b>	<b>215</b>
3.1	Instalaciones térmicas: refrigeración, calefacción y ACS....	215
3.2	Redes hidráulicas, motobombas y depósitos.....	217
3.3	Iluminación .....	218
3.4	Instalaciones eléctricas.....	219
3.5	Formación del personal.....	220
<b>4</b>	<b>Plan de mantenimiento básico.....</b>	<b>221</b>
4.1	Recopilación de información técnica básica.....	221
4.2	Inventario de las instalaciones.....	221
4.3	Cumplimentación de fichas técnicas .....	222
4.4	Selección de gamas o protocolos .....	222
4.5	Adaptación de intervenciones y frecuencias.....	222
4.6	Planteamiento del servicio .....	222
4.7	Perfeccionamiento de planes y protocolos .....	223
<b>5</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>224</b>



# 1 Introducción

El mantenimiento energético es un concepto que se engloba dentro del marco de la gestión energética de las instalaciones y que tiene en la eficiencia energética el pilar fundamental de su estudio.

Tanto el mantenimiento energético y las mejoras de operación son dos conceptos que se engloban en un conjunto de importantes posibilidades de ahorro de energía cuya puesta en marcha no requiere, en general, de grandes desembolsos económicos. Éste no consiste únicamente en llevar a cabo acciones encaminadas a mantener las instalaciones en perfecto estado, sino que es necesario saber cuándo hay que actuar. Es por ello que no se habla sólo de mantenimiento sino además de *Gestión de Mantenimiento*.

La importancia de la *Gestión de Mantenimiento* se basa principalmente en el deterioro de los equipos industriales y las consecuencias que ello tiene, no solo desde el punto de vista productivo, sino energético. Debido al alto coste para las empresas que supone este deterioro y por consiguiente este gasto energético, es necesario aumentar la fiabilidad de las máquinas, la seguridad de las máquinas y de las personas para que se pueda conseguir un estándar de empresa moderna y altamente competitiva. La mayoría de las empresas e instituciones europeas han reparado en la necesidad de que para ser competitivos es necesario optimizar todos los recursos materiales y energéticos en su mayor expresión.

El mantenimiento energético puede definirse como aquéllos cambios en la operación, mejoras en el mantenimiento de los equipos e instalaciones y procedimientos para racionalizar el uso de la energía. Es por ello por lo que el sistema de mantenimiento implantado en cada empresa e institución debe contemplar actuaciones dirigidas no sólo a la conservación y buen uso de las instalaciones y equipos, sino que, además, debe incluir actuaciones dirigidas a la reducción del consumo y mejora de la eficiencia energética.

Las operaciones de mantenimiento pueden clasificarse básicamente en tres modalidades: correctivo, preventivo y predictivo. Cada modalidad consiste en lo siguiente:

- El mantenimiento correctivo es el que se produce a partir de la aparición de un fallo en la instalación. Su fin es la eliminación de la avería, bien por reparación o bien por sustitución del elemento averiado.
- El mantenimiento preventivo es el que se realiza antes de la aparición de la avería y cuya metodología será función de las características de la instalación. Tiene como fin conseguir unas prestaciones idóneas de la instalación mediante una serie de comprobaciones, mediciones y acciones periódicas sobre las instalaciones, lográndose un menor número de averías y prolongando la vida útil de los elementos que la componen.
- El mantenimiento predictivo está basado fundamentalmente en el diagnóstico de los equipos para anticiparse al fallo o avería que pueda llegar a producirse, de esta manera, se puede planificar el proceso productivo en paralelo con la reparación o sustitución del equipo y no exista interferencias que puedan generar pérdidas económicas, materiales, etc.

Para cada empresa o institución debe analizar cuál es el mantenimiento idóneo, es decir, cuáles de las tres modalidades de mantenimiento son necesarias y donde aplicarlas. Para ello es necesario un análisis profundo técnico-económico-productivo de los equipos que conforman las

instalaciones. Dependiendo de la severidad de los equipos y las averías, es decir, de las consecuencias si se produjeran, se determina que modalidades de mantenimiento se va a implantar.

En general, para llevar a cabo un correcto mantenimiento se recomienda:

- Identificar los equipos con mayor consumo de energía.
- Identificar equipos que indirectamente repercuten sobre el consumo de energía.
- Identificar partes de las instalaciones sobre las que no se realiza mantenimiento.
- Efectuar un seguimiento y control (al menos mensual) de los consumos de combustible y electricidad.
- Realizar periódicamente balances energéticos con objeto de hacer un seguimiento y contrastarlos con instalaciones similares o con datos históricos de la propia instalación.
- Analizar los sistemas de mantenimiento existentes y la necesidad de ampliarlos o modificarlos.
- Mejorar el mantenimiento energético y los modos de operación.
- Catalogar la instalación mediante inventarios completos de todos los elementos a mantener.
- Reunir y archivar todos los libros de instrucciones, listas de piezas, etc.
- Determinar los requisitos de mantenimiento y los periodos de tiempo de las inspecciones.
- Preparar listas de chequeo de los puntos a revisar y hacer un seguimiento.
- Programar reuniones periódicas con los responsables de operación de los equipos. Deben asistir el Jefe de Mantenimiento y los encargados.
- Mentalizar y motivar al personal encargado del manejo de equipos e instalaciones.
- Equipar con los equipos necesarios para realizar las labores.

De lo anteriormente descrito se deriva que sea necesario realizar una óptima gestión del mantenimiento, sí además se añade que el mantenimiento se encuentra ligado estrechamente a la calidad, debido a que la calidad de servicio depende en gran medida del estado de los equipos, se comprende en gran medida la importancia del mantenimiento.

### **1.1 Objetivo**

El objetivo de este capítulo es analizar el estado actual del sistema de mantenimiento según se ha explicado anteriormente. A partir de la situación actual, se hará patente los puntos fuertes y débiles de la actual metodología de mantenimiento, de tal manera, que se pueda mejorar y avanzar en el recorte de gastos energéticos y económicos.

### **1.2 Alcance**

A partir de la información recogida por parte del departamento de mantenimiento del parque más los datos recogidos de las instalaciones se presentará una evaluación en base a tres aspectos: metodología del mantenimiento, los recursos disponibles y la valoración que se tiene del mantenimiento. Posteriormente, se aporta una serie de recomendaciones específicas para cada parte de las instalaciones, todo esto encaminado a dar las directrices fundamentales para un Plan de Mantenimiento Básico.

### **1.3 Normativa**

- “Reglamento de instalaciones térmicas en la edificación” y todas las normativas que en él se hace referencia.

- “Reglamento electrotécnico de baja tensión” y todas las normativas que en él se hace referencia.
- Documento básico HE Ahorro de Energía, capítulo 3: “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” y todas las normativas que en él se hace referencia.

## 2 Análisis de la situación actual

### 2.1 El mantenimiento energético en el Parque de Atracciones de Madrid

En el presente apartado se trata de cualificar en qué medida se realiza el mantenimiento de los equipos e instalaciones de energía. Para realizar el estudio del mismo se ha analizado los siguientes factores:

- El conjunto de técnicas y procesos empleados en las acciones de mantenimiento, es decir, la metodología de mantenimiento utilizada.
- La cantidad de recursos dedicados a tareas de mantenimiento, tanto personales como técnicos.
- El grado de importancia que se otorga a las acciones de mantenimiento por parte del parque, es decir, su nivel de compromiso con este tipo de acciones.

### 2.2 Conclusiones

- Existen varias personas dedicadas al mantenimiento del parque además de varios responsables según la especialización y, posteriormente, un responsable global.
- Hay apoyo de empresas mantenedoras especialistas para las instalaciones de climatización y de instalaciones eléctricas (baja y alta tensión).
- La valoración del estado general de las instalaciones del parque indica que es bastante mejorable debido a que el parque tiene cierta antigüedad y la renovación de equipos e instalaciones ha sido parcial, reducida y prácticamente las imprescindibles.
- En el parque no existe ningún sistema SCADA para control y recogida y memorización de datos de las numerosas instalaciones.
- Debido a la antigüedad del parque pero sobre todo al tipo de atracciones y al número de horas de funcionamiento al año del parque, es frecuente que los equipos tengan una vida útil relativamente baja, aumentándose las labores de reparación, reposición o incluso la total adquisición de nuevos equipos.
- El personal del parque tiene un conocimiento suficiente del funcionamiento de los equipos y los mantienen en un buen estado. Sin embargo hay que destacar que en lo referente a las instalaciones eléctricas de distribuciones MT y BT se desconoce el funcionamiento completo del parque, **existiendo varias anomalías** en las instalaciones que requieren de atención urgente. Este punto queda explicado con mayor detalle en el documento de Calidad de la red eléctrica.
- El tipo de mantenimiento aplicado a las instalaciones del parque son correctivo y preventivo.
- Existe cierta concienciación por parte del personal por el consumo energético de las instalaciones.

### 3 Análisis de las mejoras disponibles

En este capítulo se da una serie de consejos y recomendaciones para el buen funcionamiento de los equipos y otras partes de las instalaciones existentes.

#### 3.1 Instalaciones térmicas: refrigeración, calefacción y ACS

Las operaciones de mantenimiento son fundamentales para asegurar que las máquinas funcionen siempre a su máximo rendimiento, ya sea desde el aspecto puramente funcional como desde el punto de vista energético.

Cada unidad incluye un librito dentro de la máquina y el usuario, o quien esté autorizado a efectuar el mantenimiento de la máquina, deberá registrar todas las anotaciones necesarias, con objeto de tener el historial del funcionamiento de la unidad. Si no se hacen anotaciones en el librito podrá interpretarse como una falta de mantenimiento.

En este parque solo existen instalaciones de climatización mediante ciclo de compresión de refrigerante. Según la IT 3.3 del RITE, “Programa de mantenimiento preventivo”, son de obligado cumplimiento las operaciones de mantenimiento y sus periodicidades siguientes:

Operación	Periodicidad	
	≤ 70 kW	> 70 kW
1. Limpieza de los evaporadores	t	t
2. Limpieza de los condensadores	t	t
3. Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración	t	2t
4. Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	t	m
5. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas	t	2t
6. Comprobación y limpieza, si procede, de conductos y chimeneas	t	2t
7. Limpieza del quemador de la caldera	t	m
8. Revisión del vaso de expansión	t	m
9. Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	t	m
10. Comprobación de material refractario	—	2t
11. Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	t	m
12. Revisión general de calderas de gas	t	t
13. Revisión general de calderas de gasóleo	t	t
14. Comprobación de niveles de agua en circuitos	t	m
15. Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	—	t
16. Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	—	2t
17. Comprobación de estado de elementos de seguridad	—	m
18. Revisión y limpieza de filtros de agua	—	2t

Tabla MAN. 1. Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad de instalaciones térmicas (I/III).



s: una vez cada semana

m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada.

t: una vez por temporada (año).

2t: dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.

4a: cada cuatro años.

\*: El mantenimiento de estas instalaciones se realizará de acuerdo con lo establecido en la Sección HE4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" del [Código Técnico de la Edificación](#).

Operación	Periodicidad	
	≤ 70 kW	> 70 kW
19. Revisión y limpieza de filtros de aire	t	m
20. Revisión de tuberías de intercambio térmico	—	t
21. Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	t	m
22. Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	t	2t
23. Revisión de unidades terminales agua-aire	t	2t
24. Revisión de unidades terminales de distribución de aire	t	2t
25. Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	t	t
26. Revisión de equipos autónomos	t	2t
27. Revisión de bombas y ventiladores	—	m
28. Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	t	m
29. Revisión del estado del aislamiento térmico	t	t
30. Revisión del sistema de control automático	t	2t
31. Revisión de aparatos exclusivos para la producción de agua caliente sanitaria de potencia térmica nominal ≤ 24,4 kW	4a	—
32. Instalación de energía solar térmica	*	*
33. Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido	s	s
34. Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido	2t	2t
35. Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido	m	m
36. Control visual de la caldera de biomasa	s	s
37. Comprobación y limpieza, si procede, de cada circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa	t	m
38. Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa	m	m

Tabla MAN. 2. Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad de instalaciones térmicas (II/III).

s: una vez cada semana

m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada.

t: una vez por temporada (año).

2t: dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.

4a: cada cuatro años.

\*: El mantenimiento de estas instalaciones se realizará de acuerdo con lo establecido en la Sección HE4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" del [Código Técnico de la Edificación](#).

Medidas de generadores de frío	Periodicidad	
	70 kW < P ≤ 1.000 kW	P > 1.000 kW
1. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador	3m	m
2. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador	3m	m
3. Pérdida de presión en el evaporador en plantas enfriadas por agua	3m	m
4. Pérdida de presión en el condensador en plantas enfriadas por agua	3m	m
5. Temperatura y presión de evaporación	3m	m
6. Temperatura y presión de condensación	3m	m
7. Potencia eléctrica absorbida	3m	m
8. Potencia térmica instantánea del generador, como porcentaje de la carga máxima	3m	m
9. CEE o COP instantáneo	3m	m
10. Caudal máximo en el evaporador	3m	m
11. Caudal máximo en el condensador	3m	m

Tabla MAN. 3. Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad de instalaciones térmicas (III/III).

s: una vez cada semana

m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada.

t: una vez por temporada (año).

2t: dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.

4a: cada cuatro años.

\*: El mantenimiento de estas instalaciones se realizará de acuerdo con lo establecido en la Sección HE4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" del [Código Técnico de la Edificación](#).

### 3.2 Redes hidráulicas, motobombas y depósitos

Se recomienda tener en cuenta los siguientes puntos:

- Inspección de corrosiones y fugas de agua en todos los tramos visibles de la redes de tuberías de todos los sistemas.
- Repaso de pintura protectora en los equipos que está deteriorada.
- Inspección de aislamiento y reparación de superficies con falta de aislamiento.
- Revisión de los anclajes y soportes de tuberías.
- Revisión de los compensadores de dilataciones.
- Inspección del estado de manguitos antivibratorios.
- Verificación del estado de los termómetros y manómetros existentes.
- Verificación del estado de los purgadores automáticos, válvulas de seguridad etc.
- Verificación de los dispositivos de llenado automático.
- Verificación de la actuación de las válvulas de corte, válvulas de retención y de regulación.
- Inspección de las corrosiones sobre las superficies exteriores de los depósitos. Eliminación de oxidación si existe.
- Verificación de inexistencias de fugas de agua en el depósito.

- Inspección del aislamiento térmico y reparación de superficies con falta de aislamiento.
- Inspección de la membrana de los vasos de expansión.
- Comprobación de la presión de aire en la cámara de expansión.
- Inspección de manguitos electrolíticos y ánodos de sacrificio.
- Inspección de corrosiones exteriores en las bombas de circulación y eliminación de la oxidación en caso de que exista.



Figura MAN. 1. Motor de la atracción Aserradero del Parque de Atracciones de Madrid.

- Revisar el estado de la pintura y repasar si es necesario.
- Verificación del buen estado de las uniones con las tuberías.
- Verificación del estado general de las bancadas de las bombas.
- Inspección de fugas de aguas en aprietes y cierres herméticos.
- Verificación del apriete de las conexiones eléctricas en las bornas del motor.
- Inspección del estado del ventilador de refrigeración.
- Toma de datos de tensión y consumo en las bornas del motor y comparación con las nominales.
- Toma de datos de condiciones de funcionamiento y comparación con las de diseño.

### 3.3 Iluminación

Para un buen aprovechamiento de las instalaciones de alumbrado es necesario realizar un correcto mantenimiento de las mismas.

- Si las lámparas y luminarias no se encuentran suficientemente limpias disminuye en gran medida el flujo luminoso emitido, además de aumentar la temperatura de las lámparas, lo cual influye en su rendimiento luminoso y en su vida útil.
- Deben realizarse limpiezas periódicas de las instalaciones, programando los intervalos de tiempo entre cada limpieza, en función del grado de suciedad de los locales. Estos intervalos deben ser más breves cuanto mayor sea dicho grado de suciedad.
- En instalaciones de gran tamaño es aconsejable programar la sustitución de las lámparas, realizando el cambio de todas a un tiempo. Esta sustitución debe hacerse coincidir con una operación de limpieza programada. Asimismo, se debe eliminar de

las instalaciones aquéllas cuyo flujo luminoso esté muy agotado por las horas de servicio, aún cuando no estén quemadas o fundidas.

- Para programar la sustitución de las lámparas debe tenerse en cuenta la vida útil de las mismas y régimen de funcionamiento, en función de las características de cada una. Por ejemplo, la vida de las lámparas de descarga está muy condicionada por el número de encendidos, disminuyendo si el número de horas de funcionamiento por cada encendido es bajo. En este sentido, la vida útil de las lámparas suele fijarse para periodos de funcionamiento de 3 horas por cada encendido.



Figura MAN. 2. Lámparas fluorescentes estancas en consigna del Parque de Atracciones de Madrid.

### 3.4 Instalaciones eléctricas

Hay que tener especial interés en los siguientes puntos:

- Comprobación del estado y funcionamiento de relés térmicos.
- Verificación del aislamiento eléctrico de protecciones y líneas de todos los circuitos.
- Verificación de circuitos y puesta a tierra.
- Verificación de puntos de consigna en protecciones magneto-térmicas e interruptores diferenciales.
- Verificación del aislamiento eléctrico y temperatura de conductores de líneas de alimentación a motores.
- Inspección de circuitos eléctricos de alimentación: interruptores, protecciones.
- En conductores y puntos con riesgo de descarga: no permitir la existencia de los hilos desnudos, reparar los contactos defectuosos, reparar las derivaciones a tierra estropeadas, aislarlos correctamente.
- Sustitución de fusibles, protecciones que deben trabajar en caso de necesidad.
- Si se funden con excesiva frecuencia debe repasarse la instalación y buscar el defecto y repararlo, calibrando de nuevo el fusible si fuera necesario. En caso de calentamiento de motores, debe actuarse rápidamente.

- No deben aparecer chispas en un motor de anillos o de colector.
- Los contactores necesitan especial atención, deben realizar un buen contacto, excitarse simultáneamente sin dificultades.

De forma especial, en este parque **deben replantearse y comprobarse las medidas de seguridad** en las instalaciones eléctricas de distribución y en los centros de transformación.

Asimismo, la conexión en anillo de los trafos debe revisarse. Estos puntos se tratan con mayor profundidad en el capítulo de Calidad de la red eléctrica.

Por otra parte, es importante al menos **elaborar planos de distribución eléctrica** “as built” del parque, para facilitar la labor de los operarios y la seguridad en general. Estos planos deberían ser elaborados por una empresa especialista y ser facilitados al responsable de mantenimiento.

### 3.5 Formación del personal

Para que un programa de ahorro de energía tenga éxito, debe efectuarse una correcta y apropiada formación y mentalización del personal. El mismo, a cualquier nivel, debe estar mentalizado de la necesidad de hacer un uso racional de la energía requerida en procesos productivos.

Debería elaborarse un Plan de Formación específico para el Sector que contemplase fundamentalmente lo siguiente:

- Cursos sobre ahorro de energía.
- Cursos de formación en autómatas programables y su programación.
- Sistemas de mantenimiento energético. Gestión y metodología.
- Variadores electrónicos de velocidad en motores y otras cuestiones eléctricas.
- Sistemas de Gestión de la Calidad.
- Curso de mantenimiento de equipos generadores de calor.



## 4 Plan de mantenimiento básico

El objetivo de este documento es aportar las pautas, recomendaciones y referencias que permitan a los técnicos dedicados a la organización, planificación y gestión del mantenimiento aplicar criterios comunes y procedimientos coherentes en la definición y configuración de un plan de mantenimiento específico. Este plan ha de garantizar con éxito los fines que la propia definición de mantenimiento establece.

La puesta en práctica de cualquier modalidad de mantenimiento se basa en la aplicación sistemática de métodos y procedimientos predefinidos en un plan, por ello para definir un plan de mantenimiento, es preciso seguir también un procedimiento.

El procedimiento que se recomienda para la realización del plan de mantenimiento se basa en el cumplimiento de las siguientes fases:

1. Recopilación de información técnica básica.
2. Inventario de las instalaciones.
3. Cumplimentación de fichas técnicas.
4. Selección de gamas o protocolos.
5. Adaptación de intervenciones y frecuencias.
6. Planteamiento del servicio.
7. Perfeccionamiento de planes y protocolos.

### 4.1 Recopilación de información técnica básica

Para el establecimiento de un plan de mantenimiento específico es necesario conocer lo más exhaustivamente posible las instalaciones sobre las que ha de aplicarse. Para tener este conocimiento es necesario:

- Tener acceso a toda la información técnica sobre la instalación en cuestión.
- Información técnica complementaria sobre el estado actual de las instalaciones.
- De cara al establecimiento de criterios de gestión económica y sobre todo, energética, se debe de disponer de toda la información referente a procedimientos de actuación y a las lógicas de control que se hayan previsto en el proyecto de la instalación.

### 4.2 Inventario de las instalaciones

Una vez analizada la información técnica disponible sobre la instalación o instalaciones para las que se está preparando el plan de mantenimiento, será necesario confeccionar un inventario específico de elementos y componentes sujetos a mantenimiento.

Es recomendable que el inventario de componentes de cada instalación se configure, identificando en primer término los sistemas que componen cada instalación, después los subsistemas que se integran en cada sistema y finalmente enumerando los elementos y componentes sujetos a mantenimiento dentro de cada subsistema. Posteriormente, los elementos, con independencia de los sistemas o subsistemas a los que pertenezcan.

### 4.3 Cumplimentación de fichas técnicas

De forma paralela a la confección del inventario de instalaciones, los técnicos de mantenimiento deberán llevar a cabo la confección y cumplimentación de fichas técnicas, específicas de cada elemento y equipo componente de las instalaciones cuyo plan de mantenimiento se está confeccionando.

Las fichas técnicas deberán de disponer de todos los campos necesarios para recoger, como mínimo, los datos relativos a:

- Identificación del equipo en cada sistema y función a la que se destina. Conviene ordenarlos también por familias.
- Datos y características técnicas de cada elemento. Datos del fabricante.
- Componentes singulares que lo configuran.
- Frecuencia de revisión que se les asigne, según las recomendaciones de su fabricante, o bien, según los protocolos de mantenimiento que se le apliquen posteriormente.
- Características del estado en que se encuentra.
- Para la realización del inventario y de las tablas de fichas técnicas resulta casi imprescindible la utilización de una aplicación informática de Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO).

### 4.4 Selección de gamas o protocolos

A partir del conocimiento exhaustivo de las características de los elementos, equipos y componentes de cada instalación concreta, y una vez catalogadas por familias o grupos y cumplimentadas sus correspondientes fichas, se podrán establecer las gamas o protocolos de revisiones específicas, de mantenimiento preventivo, que se deberán aplicar inicialmente a cada equipo o conjunto.

### 4.5 Adaptación de intervenciones y frecuencias

El técnico encargado de la confección del plan de mantenimiento deberán tomar las gamas genéricas y adaptar las tareas y frecuencias de mantenimiento a las características y necesidades particulares de la instalación cuyo mantenimiento se está planificando.

Siempre que sea necesaria la modificación en las intervenciones, los técnicos deberán aplicar criterios de adaptación enfocados a conseguir la optimización de costes del servicio sin menos cabo de la fiabilidad, disponibilidad y eficiencia energética de la instalación sujeta al mantenimiento.

El plan de mantenimiento confeccionado deberá ser lo suficientemente flexible como para poder asimilar nuevas modificaciones o adaptaciones de los protocolos y tareas, que se hayan definido a priori y, en función de las necesidades reales de cada instalación y de su evolución funcional y energética durante el transcurso de su vida operativa.

## 4.6 Planteamiento del servicio

Para considerar completo un plan de mantenimiento, éste no sólo debe contener los datos y criterios técnicos de mantenimiento, sino también todos los conceptos económicos y de gestión que permitan llevar a cabo un servicio eficiente y una correcta explotación de las instalaciones. Para conseguir estos objetivos los técnicos deberán realizar una serie de informes como:

### **Determinación del tiempo de intervención:**

Para completar el plan los técnicos deberán definir la dedicación de tiempo necesaria para cada trabajo, de forma unitaria, así como categoría del personal de servicio que deba cumplimentarlo.

### **Organización de los recursos técnicos:**

La organización de los recursos técnicos, humanos y materiales que se aplicarán a cada servicio deberá quedar reflejada en el plan de mantenimiento.

La organización de los recursos y medios técnicos tiene como objetivos:

- Optimización de los recursos humanos destinados a los servicios de mantenimiento.
- Adecuación de los costes de explotación.
- Alto nivel de eficacia, basado en una correcta planificación y coordinación de los servicios.
- Agilidad de respuesta.
- Optimización de la eficiencia de las instalaciones mantenidas.

### **Documentación complementaria:**

Como complemento importante para la completa caracterización de plan de mantenimiento será preciso incluir la documentación e información que se indica a continuación:

- Periodicidad de informes.
- Partes de trabajo o informes de intervención.
- Definición de medios técnicos y herramientas necesarias.
- Definición del stock mínimo de repuestos y materiales consumibles.

## 4.7 Perfeccionamiento de planes y protocolos

Todo plan de mantenimiento debe considerarse como un “ente vivo”, tanto como las instalaciones para las que se diseña como durante el transcurso de su utilización.

En consecuencia, será responsabilidad del técnico de mantenimiento la cumplimentación y actualización de los planes, a partir del registro en el plan de mantenimiento de todas las actuaciones, tanto preventivas como correctivas que se vayan efectuando.



## 5 Conclusiones

En este capítulo se intenta transmitir la importancia de un buen mantenimiento energético en las instalaciones donde la componente energética representa un importe relevante en los costes de operación. Llevar a cabo un buen mantenimiento no consiste solamente en reparar las averías y fallos producidos en los equipos, sino que conlleva formular un plan de acción que promueva el ahorro, la prevención y predicción de esos fallos y el uso racional de los recursos.

Las conclusiones son:

- Existen varias personas dedicadas al mantenimiento del parque además de varios responsables según la especialización y, posteriormente, un responsable global.
- Hay apoyo de empresas mantenedoras especialistas para las instalaciones de climatización y de instalaciones eléctricas (baja y alta tensión).
- La valoración del estado general de las instalaciones del parque indica que es bastante mejorable debido a que el parque tiene cierta antigüedad y la renovación de equipos e instalaciones ha sido parcial, reducida y prácticamente las imprescindibles.
- En el parque no existe ningún sistema SCADA para control y recogida y memorización de datos de las numerosas instalaciones.
- Debido a la antigüedad del parque pero sobre todo al tipo de atracciones y al número de horas de funcionamiento al año del parque, es frecuente que los equipos tengan una vida útil relativamente baja, aumentándose las labores de reparación, reposición o incluso la total adquisición de nuevos equipos.
- El personal del parque tiene un conocimiento suficiente del funcionamiento de los equipos y los mantienen en un buen estado. Sin embargo hay que destacar que en lo referente a las instalaciones eléctricas de distribuciones MT y BT se desconoce el funcionamiento completo del parque, **existiendo varias anomalías** en las instalaciones que requieren de atención urgente. Este punto queda explicado con mayor detalle en el documento de Calidad de la red eléctrica.
- El tipo de mantenimiento aplicado a las instalaciones del parque son correctivo y preventivo.
- Existe cierta concienciación por parte del personal por el consumo energético de las instalaciones.



Madrid, 8 de Marzo de 2012.

Salvador García Moral  
I.T.I. en Electricidad